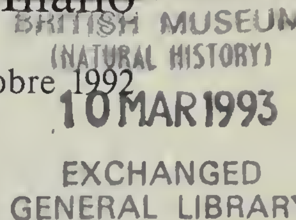
S. 1137A

Atti della Società Italiana di Scienze Naturali
e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano

Vol. 132 (1991), n. 17, pag. 201-228 Milano, ottobre 1992



Gianluigi Alessio (*), Corrado Albini (*) & Ivan Confortini (*)

Biologia, struttura e dinamica di popolazione del pesce persico *Perca fluviatilis* L., nel bacino padano (Nord Italia)

Riassunto – Sono stati esaminati 600 pesci persici provenienti da 4 distinte stazioni di prelievo situate nel bacino del fiume Po. Le analisi effettuate hanno riguardato, oltre a diverse relazioni morfometriche, soprattutto la crescita, in lunghezza ed in peso (con metodo opercolimetrico) della specie rispetto all'età; il fattore di condizione; la struttura di popolazione; alcuni aspetti della biologia riproduttiva (rapporto gonadosomatico, fertilità) e trofica.

I risultati pongono in luce che, per quanto concerne l'accrescimento dei pesci, non sussistono sensibili differenze fra gli ambienti in esame e che pertanto i vari individui possono essere ascritti ad un'unica popolazione. Si è inoltre evidenziato che nei persici delle acque italiane (limite meridionale di diffusione della specie), la crescita è eccellente e decisamente superiore a quella di regioni più settentrionali. I persici italiani appaiono comunque caratterizzati da estrema plasticità adattativa e manifestano un'ampia variabilità di crescita e di sviluppo individuale.

La massima sopravvivenza registrata è stata di 7+ anni, ed il rapporto fra sessi non si è eccessivamente discostato dall'unità. La maturità sessuale è raggiunta da gran parte dei maschi già al primo anno di età e dalla maggioranza delle femmine solo al secondo anno. Il periodo di riproduzione si estende da metà marzo a fine maggio ed il potenziale di reclutamento (= numero di uova mature presenti in ovario) appare elevato.

L'alimentazione del pesce persico, pur opportunista a seconda delle differenti condizioni ambientali, è risultata decisamente improntata sulla predazione ittica, pressochè esclusivamente a carico di individui di piccola taglia. Una notevole quota dell'assunzione trofica, soprattutto da parte dei persici appartenenti alle classi di taglia inferiori, riguarda inoltre vari gruppi di invertebrati.

Nel contesto dell'economia delle acque il pesce persico, nel suo ruolo di predatore, risulta dunque assai importante per la stabilizzazione delle popolazioni ittiche e per il mantenimento dell'equilibrio fra le specie.

(*) Dipartimento di Biologia e Fisiologia Generali, Viale delle Scienze, Università, 43100 Parma.

© Soc. Ital. Sci. Nat. Museo Civ. Storia Nat.
corso Venezia 55, 20121 Milano
ISSN 0037-8844

Registrato al Tribunale
di Milano al n. 6574
Dir. resp. Giovanni Pinna

Stampa Fusi-Pavia

Summary — Biology, population dynamics and structure of the perch, *Perca fluviatilis* L., in the Po river basin (Northern Italy).

Over 6 hundred perch have been examined, from 4 different catching sites in the Po river basin. Besides several morphometric ratios, growth, both as length and weight by age (by means of the operculimetric method) has been measured jointly with an assessment of the condition factor, population structure and some aspects of reproduction (like gonadosomatic ratio, fertility) and feeding biology as well.

Results show that there is no substantial difference between the different environments as far as growth is concerned and thus all individuals can be considered as belonging to the same population. Growth appears to be optimal in perches from italian freshwaters, definitely superior to that of more northern populations. It must be noted that italian perch are found at the southern limits of the species range. In any case italian perch are characterized by high adaptative plasticity with wide growth and individual developmental variability.

Maximum survival recorded was at +7 years and sex ratio has been maintained around 1. Sexual maturity is attained by most males at 1 years of age while by females at year 2. Reproductive period spans from the second half of march to the end of may. Recruitment potential (= number of ripe eggs present in ovaries) seems to be elevated.

Even if it may be considered an opportunist, the perch feeds mainly by predating other fish species although of small dimensions. A considerable proportion of the food intake, especially in young perches, is however composed of several groups of invertebrates.

It may thus be confidently stated that the rôle of the perch as predator in the fresh waters communities is important in maintaining stability and equilibrium between and within fish species.

Key words: Growth, reproduction, feeding, perch.

Introduzione

Il pesce persico è una specie a vasta diffusione euroasiatica che sino a qualche anno fa in Italia era localizzata solamente nelle regioni settentrionali (Tortonese, 1975; Gandolfi e Zerunian, 1987). Secondo Sommani (1967) essa addirittura non sarebbe indigena a sud della catena alpina. Tuttavia a seguito di ripetute introduzioni con nastri di uova fecondate o con novellame in acque dell'Italia centrale, meridionale e persino delle isole, — aree ove la specie non è autoctona —, anche qui dapprima si è assistito alla comparsa e quindi si è registrato un consistente incremento delle popolazioni di persico.

Nel bacino del Po il pesce persico è distribuito soprattutto nei tratti medio ed inferiore del fiume, ed in particolare è frequente a valle dello sbarramento di Isola Serafini (PC), mentre diviene progressivamente più raro in prossimità del delta; parimenti è presente nel corso inferiore dei suoi principali tributari (Alessio e Gandolfi, 1983). Esso compare anche nei tratti terminali dei fiumi Adige ed Isonzo (Ladiges e Vogt, 1986).

La specie è ampiamente diffusa nei grandi laghi prealpini (Maggiore, Como, Iseo) ed in quelli alpini situati a quote non superiori ai 1000 m s.l.m. Segnalata pure nel lago di Scanno, in Abruzzo (Bruno, 1983). Per quanto riguarda invece il lago di Garda l'attuale situazione del pesce persico appare piuttosto preoccupante (Oppi, 1983): infatti dopo un deciso incremento della popolazione, ascrivibile a ripetuti e massicci ripopolamenti effettuati una cinquantina d'anni orsono, si sono osservate successivamente notevoli fluttuazioni della sua consistenza numerica e più recentemente una progressiva diminuzione fino a tassi pericolosi o comunque di allarme.

MUSEUM HISTORY 10 M 1993 LIBRARY

La specie predilige le acque lacustri oppure, nei fiumi, le aree caratterizzate da corrente lenta ma con buona ossigenazione; la si può tuttavia ritrovare occasionalmente anche in acque salmastre.

A stadio giovanile il pesce persico manifesta una spiccata tendenza al gregarismo, con la costituzione, talora, di folti gruppi di individui; al raggiungimento di maggiori dimensioni si instaurano invece fenomeni di isolamento e di territorialismo.

Durante l'inverno il pesce persico ricerca soprattutto le grandi profondità, dove le variazioni di temperatura sono minime, preferendo altresì i fondali rocciosi o le «legnere», tipici depositi artificiali caratteristici dei laghi prealpini ed ora in disuso; al sopraggiungere della primavera il pesce si sposta invece verso le rive, in acque relativamente basse e con temperature più elevate e favorevoli. A tali movimenti stagionali si sovrappone inoltre la sua accentuata predisposizione all'erratismo, cosicchè non sono infrequenti gli improvvisi ed ampi spostamenti per la ricerca di aree più ricche di cibo e più adatte alla perpetuazione della specie.

Per la buona qualità delle sue carni, assai ricercate ed apprezzate, la specie desta un particolare interesse economico, evidenziato, fra l'altro, dall'importanza che la sua pesca assume, a livello professionale, in un'ottica di attività produttiva, quantunque circoscritta a precisi ambiti locali. Infatti il consumo di pesce persico è per lo più limitato alle ristrette zone di diffusione e di cattura, ove esso è anche oggetto di commercializzazione; altrove la specie è invece poco conosciuta, per le difficoltà di reperimento sul mercato e per la discontinuità della fornitura, da parte dei pescatori professionisti, di adeguati quantitativi durante i vari periodi dell'anno; infine essa è richiesta solo in misura limitata a causa dei prezzi di vendita talora alquanto elevati.

La presente ricerca sul pesce persico si inserisce in un quadro di indagini più ampie, già avviate da tempo e concernenti le specie ittiche predatrici negli ambienti d'acqua dolce (Alessio, 1981, 1983a e 1983b; Alessio *et al.*, 1987). Essa si prefigge di acquisire nuovi dati sull'accrescimento, la riproduzione e l'alimentazione di questo teleosteo, dal momento che le informazioni in materia finora disponibili sono per lo più frammentarie e provengono soprattutto da indagini svolte all'estero, ma i cui risultati non rispecchiano affatto la reale situazione italiana nè sono a questa trasferibili. Infatti in Italia le acque occupate dal pesce persico rappresentano il limite meridionale di diffusione della specie ed inoltre le popolazioni qui reperibili sono caratterizzate da peculiarità biologiche e da accrescimenti spiccatamente diversi da quelli delle zone più settentrionali.

Materiale e metodi

Il prelievo del materiale ittico necessario alle indagini è stato effettuato in 4 stazioni di diversa tipologia, situate nel bacino idrico del fiume Po (Fig. 1), e precisamente:

1) *Lanche Cascinazza.* Nell'area di prelievo è presente un'estesa e fittissima rete di canalizzazioni, in massima parte artificiali, di larghezza e profondità ampiamente variabili. Questi canali, risultanti da attività di bonifica e rimodellamento del territorio, sono forniti di acque per lo più a risorgenza spontanea in subalveo, assai ricche di vegetazione. La corona di ripa di macrofite è prevalentemente rappresentata da canneto, tifeto e giuncheto.

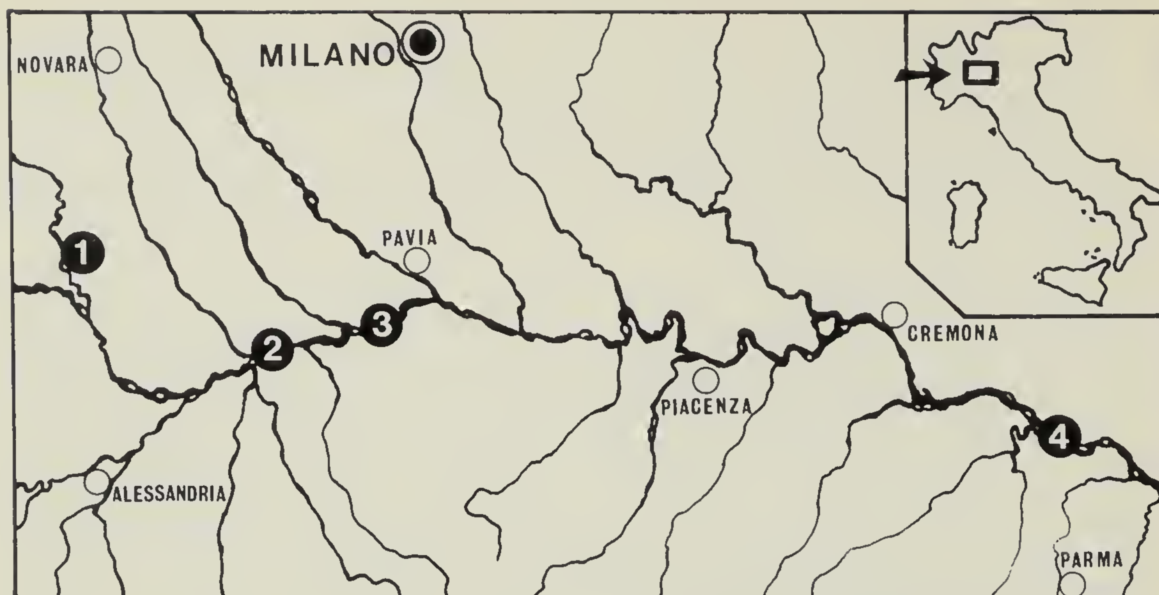


Fig. 1 — Stazioni di campionamento del pesce persico. 1) Lanche Cascinazza; 2) Ghiaie di Corana; 3) Pancarana; 4) Casalmaggiore.

2) *Ghiaie di Corana.* La zona, delimitata dallo sbocco in Po dei torrenti Agogna ed Erbognone, presenta caratteri differenziati per il rapido avvicendarsi di tratti ad acque veloci e tratti ad acque lente e profonde; in corrispondenza delle anse del fiume si ritrovano morte, gorghi e gironi. La vegetazione acquatica è scarsa per la continua opera di ristrutturazione dei fondali da parte delle piene stagionali; solo nelle ramificazioni laterali al corso principale la vegetazione è più sviluppata, in corrispondenza ad acque lente o addirittura ferme.

3) *Pancarana.* La morfologia di quest'area, compresa fra gli sbocchi dei torrenti Staffora e Terdoppio, pur analoga a quella precedente è tuttavia caratterizzata dalla maggior frequenza di lanche e di tratti ad acque lente.

4) *Casalmaggiore.* La zona, posta a valle della diga di Isola Serafini, é situata fra gli sbocchi in Po dei torrenti Taro e Parma. Il fiume qui presenta un decorso tortuoso, con rami secondari caratterizzati da ampiezza variabile dell'alveo ed acque frequentemente lente e pigre. Al contrario nel filone centrale del flusso la profondità è notevole e la corrente talora assai forte, così da ostacolare o impedire lo sviluppo di vegetazione acquatica, che si può invece ritrovare lussureggiante e fitta nei bracci laterali ad acque pressochè stagnanti.

Dei pesci catturati sono stati trattenuti ed analizzati, in totale, 600 persici.

Di ciascun individuo sono stati rilevati: in grammi, il peso corporeo (BW) ed il peso delle gonadi (GW); in mm le lunghezze rispettivamente totale (LT), standard (LS) ed alla furca (LF). Per la caratterizzazione morfometrica delle popolazioni italiane di pesce persico sono inoltre state eseguite le misurazioni di: lunghezza opercolare (LOp), lunghezza alla prima pinna dorsale (Ld_1), lunghezza alla seconda pinna dorsale (Ld_2), lunghezza alla pettorale (LP), lunghezza alla ventrale (LV), lunghezza all'anale (LA), altezza del corpo a livello della prima pinna dorsale (H).

In base alla propria lunghezza totale i pesci sono stati ripartiti in 4 classi di taglia e cioè: *a.* - *LT* inferiore a 129,9 mm; *b.* - *LT* compresa fra 130,0 e 199,9 mm; *c.* - *LT* compresa fra 200,0 e 269,9 mm; *d.* - *LT* maggiore di 270 mm.

In conformità a metodi già adottati e verificati (Backiel 1988; Van Utrecht e Schenkkan, 1982; Alessio, 1983a e 1983b; Baglinière, 1985; Alessio *et al.*, 1987 e 1990), la determinazione dell'età e la valutazione dell'accrescimento nei pesci persici sono stati ottenuti per opercolimetria (Fig. 2). Infatti l'impiego delle scaglie si è rivelato del tutto insoddisfacente a motivo delle notevoli difficoltà di rilevamento della posizione e del numero di anuli, sia per la scarsa evidenza, su tali lamine ossee, delle riduzioni o depressioni invernali del metabolismo sia per l'elevata frequenza di fenomeni secondari di disturbo ed opacizzazione, riconducibili a situazioni di riassorbimento e neoformazione dell'esoscheletro. Per meglio evidenziare gli anuli, le ossa opercolari sono state talora diafanizzate con olio di cedro condensato (Hoestlandt, 1980; Goubier *et al.,* 1983).

A causa della crescita allometrica del corpo e dell'osso opercolare nel pesce persico, per il retrocalcolo della lunghezza raggiunta dai pesci alle varie età (in inverni) è stata adottata la seguente formula, derivata da Le Cren (1947 e 1958):

$$LT_x = LT \cdot 22{,}76\ M_x^{0{,}876}/M_t \qquad \text{dove:}$$

LT_x = lunghezza totale ricercata del pesce, corrispondente alla formazione degli annuli nei vari inverni;
LT = lunghezza totale (in mm) del pesce, rilevata alla cattura;
M_x = distanza di ogni singolo annulus dal centro di ossificazione (focus);
M_t = distanza del margine dell'opercolo dal focus.

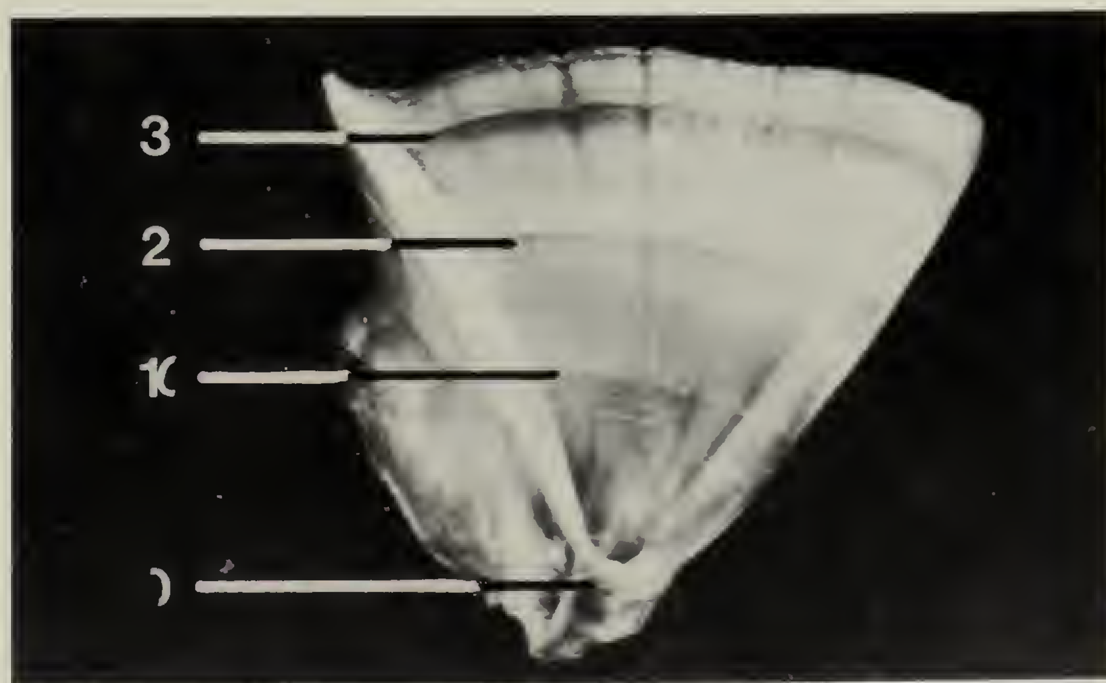


Fig. 2 – Determinazione dell'età, in inverni, (e del rispettivo accrescimento corporeo), con metodo opercolimetrico nel pesce persico del bacino del Po.

Di ogni singolo individuo è stato inoltre determinato il fattore di condizione, *K*, in base alla formula di Beckmann (1948): $K = BW \cdot 10^5/LT^3$.

Nel pesce persico mentre le gonadi maschili sono rappresentate dai due testicoli, posti ai lati nella cavità peritoneale, le gonadi femminili sono invece costituite da un unico ovario, quello sinistro, situato in posizione ventrale subassiale, poichè la parte destra solitamente si presenta filiforme ed atrofica, e non viene sviluppata.

Le variazioni mensili dello sviluppo delle gonadi sono state studiate mediante il rilevamento dell'indice gonadosomatico, che esprime in valore percentuale il loro peso rispetto a quello corporeo: $GSI = GW \cdot 100/BW$.

La determinazione del numero totale di uova, N_e, individualmente portate a maturazione (= fertilità assoluta) è stata effettuata, col metodo ponderale, su un piccolo campione tissutale prelevato nella zona ovarica centrale, secondo la formula:

$$N_e = GW \cdot n_x / gw \qquad \text{dove:}$$

n_x = numero di uova presenti nel campione;
gw = peso (in grammi) del campione ovarico.

Per un calcolo affidabile del potenziale riproduttivo sono stati conteggiati solo gli ovociti (al IV° stadio maturativo) e le uova mature; di queste ultime è stato altresì misurato il diametro medio.

Allo scopo di studiare l'alimentazione del pesce persico, da ciascun individuo è stato asportato e pesato il contenuto gastrico, ed è stato altresì valutato l'indice di ripienezza, *IR*, secondo il sistema già impiegato da Ferrari *et al.* (1983/84) e derivato, con opportune varianti, da metodi ponderali esatti (Albertini-Berhaut, 1973 e 1979). Tale indice, che consente di quantificare, sia pure su basi soggettive di stima, dati biologici non altrimenti apprezzabili che qualitativamente, esprime con un punteggio compreso fra 0 e 4 lo stato di repletezza gastrica (4 punti per lo stomaco completamente ripieno; 2 punti per lo stomaco pieno a metà; 1 punto per lo stomaco pieno per un quarto; 0 punti per lo stomaco vuoto).

A seconda delle condizioni di deterioramento dovuto ai processi digestivi, l'identificazione dei reperti gastrici è stata condotta, quando possibile, fino all'esatta classificazione specifica; altre volte, invece, si è giunti solamente ad un'attribuzione di più ampio respiro, cioè a livello di genere, famiglia o addirittura di classe. A tali scopi è risultato utile l'esame di particolari caratteristiche morfologiche o di tipiche strutture anatomiche, eventualmente integrato e completato con dati meristici e morfometrici.

Tutti i pesci analizzati sono stati sottoposti, fra l'altro, ad una minuziosa ispezione generale (oltre che dei contenuti gastrici anche esterna e delle lamelle branchiali) nell'intento di accertare l'eventuale presenza di parassiti o di malattie in atto.

Risultati

Mediante calcolo della correlazione e regressione sono state ottenute le interrelazioni esistenti fra le principali lunghezze di riferimento (totale e standard) ed i differenti rilevamenti morfometrici effettuati sui pesci persici

in esame. I valori ottenuti dei coefficienti delle equazioni di conversione fra tali misure sono riferiti in Tab. I. In Fig. 3 sono rappresentate le relazioni fra la lunghezza totale e le lunghezze standard ed alla furca, mentre in Fig. 4 sono evidenziate le rimanenti relazioni, rispetto alla lunghezza standard, dei vari rilevamenti dimensionali.

Tabella I – Valori dei differenti coefficienti delle equazioni di conversione fra le principali dimensioni morfometriche, ottenuti mediante calcolo della correlazione e regressione. Il coefficiente di correlazione, r, risulta sempre altamente significativo ($p < 0,01$).

Relazioni Ly / Lx	Coefficiente di Regressione a	Ordinata all'origine b	Coefficiente di correlazione r	Coefficiente di accrescimento k
LT / LS	1,189	3,291	0,998	1953,890
LT / LF	1,060	0,288	0,999	1,940
LS / LOp	2,143	0,303	0,989	2,009
LS / L D_1	3,049	0,245	0,978	1,757
LS / L D_2	–1,371	0,654	0,994	4,506
LS / LP	1,550	0,295	0,989	1,970
LS / LV	1,897	0,308	0,984	2,031
LS / LA	–3,920	0,714	0,995	5,174
LS / H	–3,432	0,316	0,888	2,071

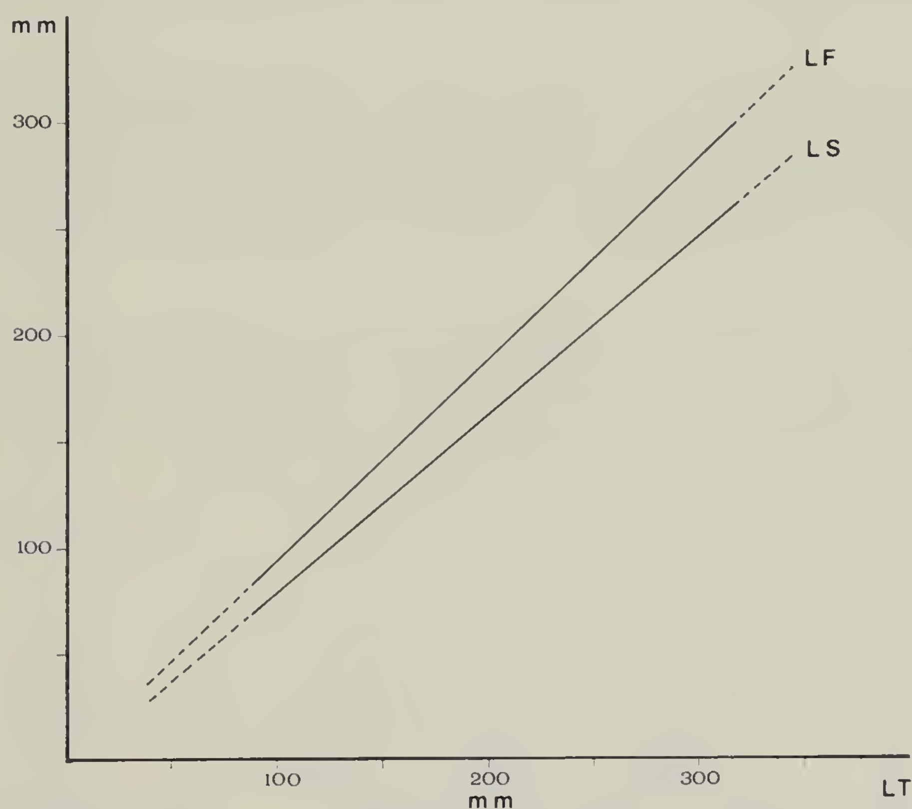


Fig. 3 – Relazioni fra la lunghezza totale (LT) e le lunghezze standard (LS) ed alla furca (LF).

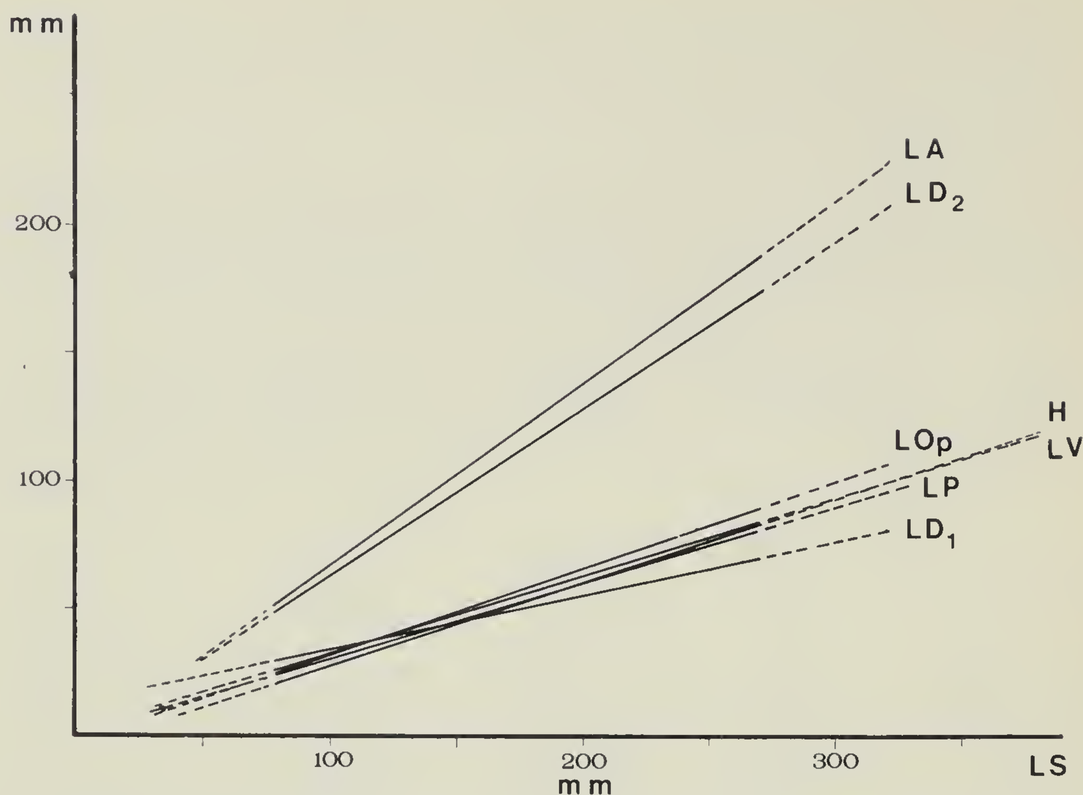


Fig. 4 – Relazioni fra la lunghezza standard (LS) ed i vari rilevamenti morfometrici effettuati (LO_p = lunghezza al termine dell'opercolo; LP = lunghezza alla pinna pettorale; LV = lunghezza alla pinna ventrale; LD_1 = lunghezza alla prima pinna dorsale; LD_2 = lunghezza alla seconda pinna dorsale; LA = lunghezza alla pinna anale; H = altezza del corpo).

In Tab. II è riportata la lunghezza totale media osservata, in funzione dell'età nei pesci persici sia divisi per sesso sia considerati complessivamente. Il confronto, con il test *t* di Student, delle differenze di crescita fra i due sessi alle varie età non ha evidenziato alcuna differenza significativa ($p > 0{,}05$).

Tabella II – Lunghezza totale media osservata (LT), in mm, alle diverse età (in inverni), nei pesci persici del bacino del Po, sia ripartiti per sesso sia considerati complessivamente. N = numero di osservazioni; s = deviazione standard (approssimata in eccesso).

Età (inverni)	♂♂ N.	♂♂ LT s	♀♀ N.	♀♀ LT s	Entrambi i sessi N.	Entrambi i sessi LT s
I	4	101 ± 12	3	103 ± 15	7	102 ± 13
II	8	148 ± 22	12	136 ± 21	20	141 ± 22
III	35	181 ± 19	25	178 ± 18	60	180 ± 18
IV	38	191 ± 14	23	202 ± 15	61	195 ± 16
V	20	203 ± 18	14	212 ± 25	34	207 ± 22
VI	6	218 ± 22	7	215 ± 19	13	216 ± 20

In Fig. 5 è invece evidenziata la lunghezza totale media (± errore standard) retrocalcolata, raggiunta dai due sessi alle varie età.

In Tab. III è riportato il peso reale medio dei pesci persici, sia ripartiti per sesso sia considerati complessivamente, raggiunto alle varie età, unitamente al valore istantaneo di accrescimento, *G*, calcolato col metodo già riferito da Alessio *et al.* (1987). Il confronto, fra i due sessi, dell'accrescimento ponderale medio raggiunto alle varie età non consente di osservare differenze significative ($p > 0,05$).

In Fig. 6 è invece rappresentata la crescita ponderale, alle varie età, calcolata in base alle seguenti equazioni esponenziali: $BW = 14,778\ e^{0,020A}$ per i maschi; $BW = 15,408\ e^{0,021A}$ per le femmine (dove: A = età, in inverni).

La massima lunghezza totale rilevata nei pesci persici è stata di 282 mm per i maschi, con un peso di 324 g ed un'età di 7 inverni; per le femmine la lunghezza massima è stata di 322 mm, con un peso di 422 g ed un'età di 6+ inverni.

Il confronto della crescita in lunghezza ed in peso dei pesci persici campionati nei quattro distinti biotopi in esame ha posto in luce che non esistono sensibili differenze ($p > 0,05$) di accrescimento fra i soggetti dei vari ambienti i quali, pertanto, possono essere ascritti ad una popolazione unica di *Perca fluviatilis,* rappresentativa in generale dei diversi ecosistemi del bacino padano.

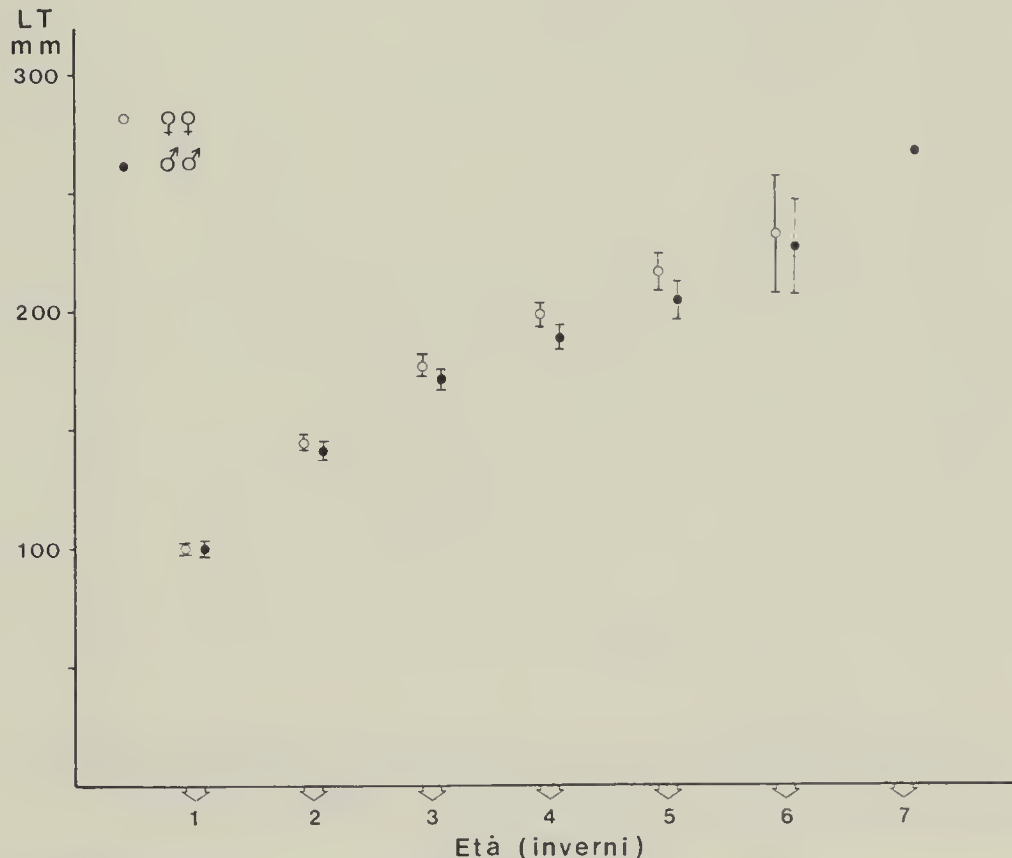


Fig. 5 – Lunghezza totale media retrocalcolata (± errore standard) raggiunta alle varie età (in inverni) dai pesci persici del bacino del Po ripartiti per sesso.

Tabella III — Accrescimento ponderale medio (BW) osservato, in g, alle diverse età nei pesci persici del bacino del Po, sia ripartiti per sesso sia considerati complessivamente. N = numero di osservazioni; s = deviazione standard (approssimata in eccesso); G = valore istantaneo di accrescimento.

Età	♂♂			♀♀			Entrambi i sessi		
(inverni)	N.	BW ± s	G	N.	BW ± s	G	N.	BW ± s	G
I	4	12 ± 4		3	13 ± 6		7	12 ± 5	
			1,218			0,800			0,997
II	8	39 ± 15		12	29 ± 12		20	33 ± 14	
			0,633			0,832			0,760
III	35	73 ± 24		26	66 ± 24		60	70 ± 24	
			0,146			0,455			0,271
IV	38	85 ± 19		23	105 ± 32		61	92 ± 26	
			0,212			0,202			0,215
V	20	105 ± 35		14	128 ± 70		34	114 ± 53	
			0,291			−0,006			0,153
VI	6	140 ± 49		7	127 ± 42		13	133 ± 44	

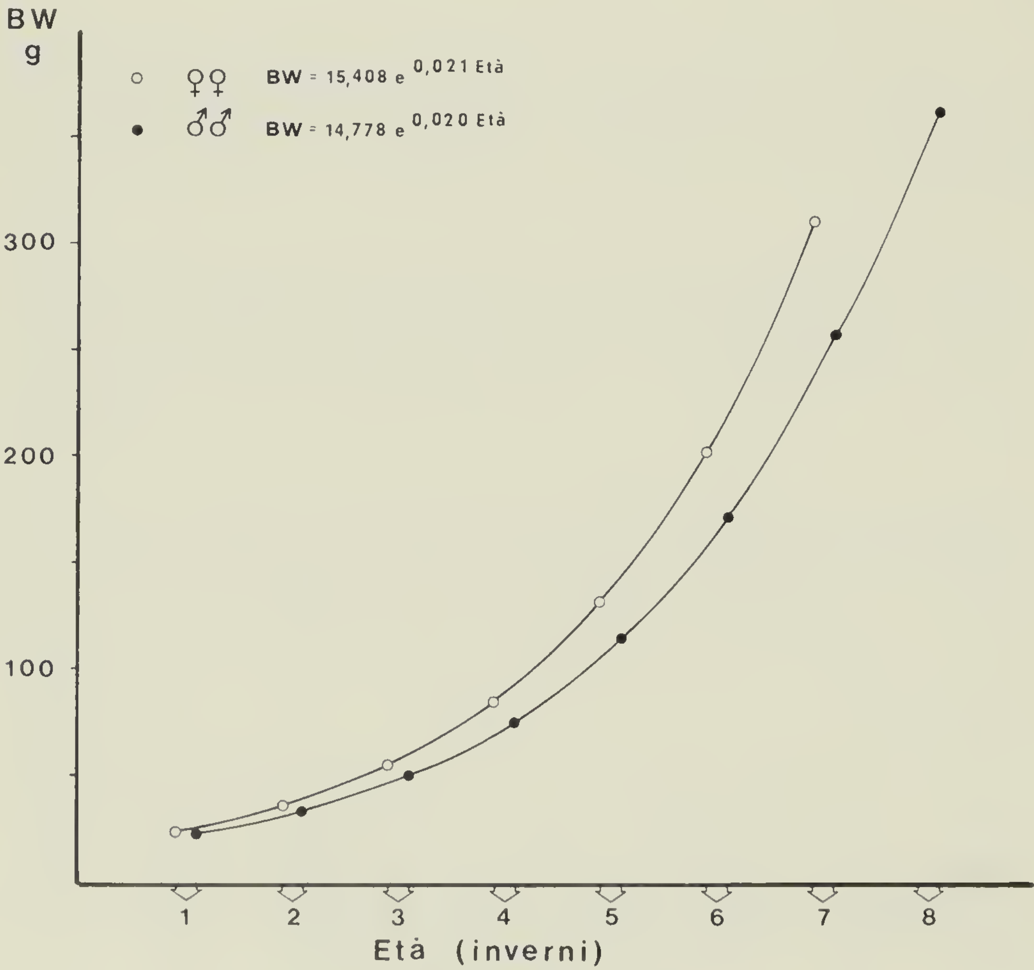


Fig. 6 — Accrescimento teorico in peso, alle varie età (in inverni), dei pesci persici del bacino del Po ripartiti per sesso.

La relazione peso-lunghezza dei pesci persici, espressa dalla formula Log $BW = 2{,}689$ Log $LT - 1{,}554$ ($r = 0{,}919$; $p > 0{,}01$) è rappresentata in Fig. 7.

Il fattore di condizione medio, K ($\pm$ deviazione standard), è stato $1{,}159 \pm 0{,}116$ nei maschi (n = 261) e $1{,}187 \pm 0{,}150$ nelle femmine (n = 296). La differenza tra fattori di condizione dei due sessi risulta altamente significativa, a favore delle femmine ($p > 0{,}01$); ciò comporterebbe, fra l'altro, l'esistenza di diversità anche di carattere morfologico.

Dal confronto dei valori del fattore di condizione alle varie età non è emersa alcuna differenza significativa ($p > 0{,}05$); così pure non si sono rilevate differenze di questo fattore fra i pesci persici catturati nei diversi ambienti in esame.

In rapporto all'età la struttura della popolazione di pesce persico, stimata sulla base delle catture ottenute nelle varie stazioni di campionamento, è illustrata in Fig. 8.

La sopravvivenza annuale dei pesci persici è stata valutata con la formula: $S = N_{t+1} / N_t$ (dove: N_t = numero di individui al tempo t; N_{t+1} = numero di individui sopravvissuti al tempo t + 1), ed il suo valore medio è 0,5254.

Su 563 pesci persici esaminati, 298 sono risultati femmine (52,9%) e 265 maschi (47,1%); il rapporto sessi è dunque 1,125.

Nell'ambito delle acque studiate, comprese nel bacino del Po, il periodo riproduttivo della specie è relativamente ampio: le uova vengono infatti deposte da metà marzo a fine maggio, ma di norma i maschi appaiono fertili per un tempo più lungo, prima e dopo la deposizione stessa.

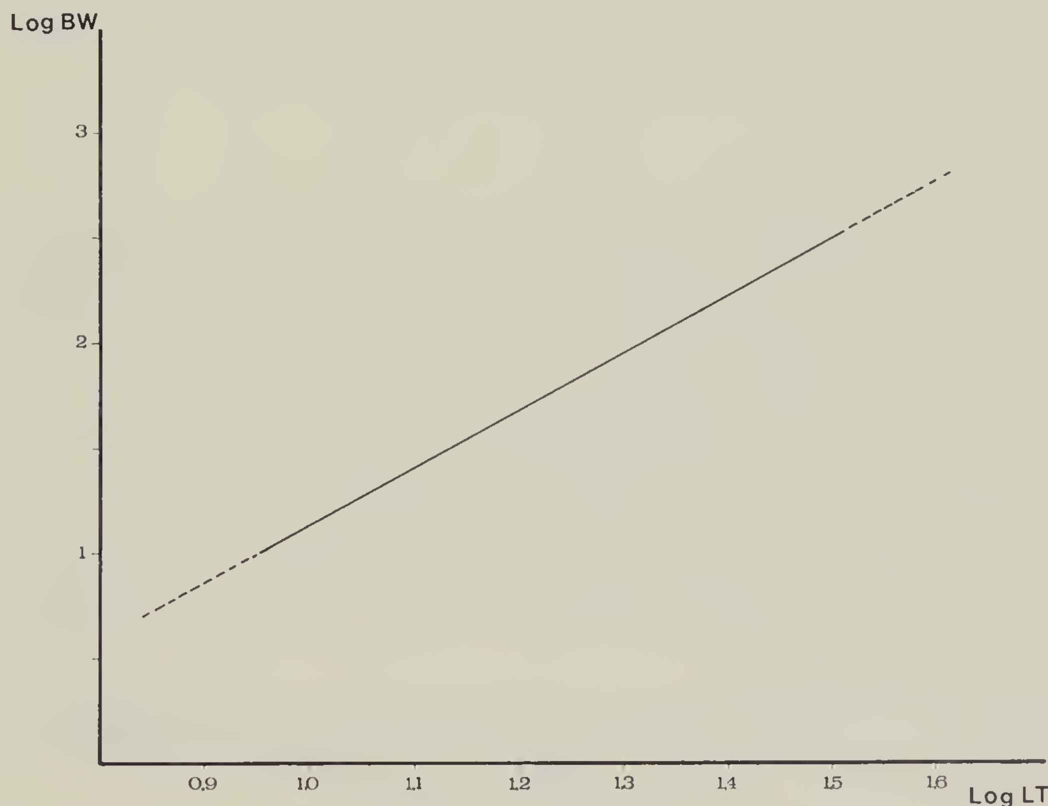


Fig. 7 — Relazione tra il peso corporeo (W) e la lunghezza totale (LT) nei pesci persici campionati.

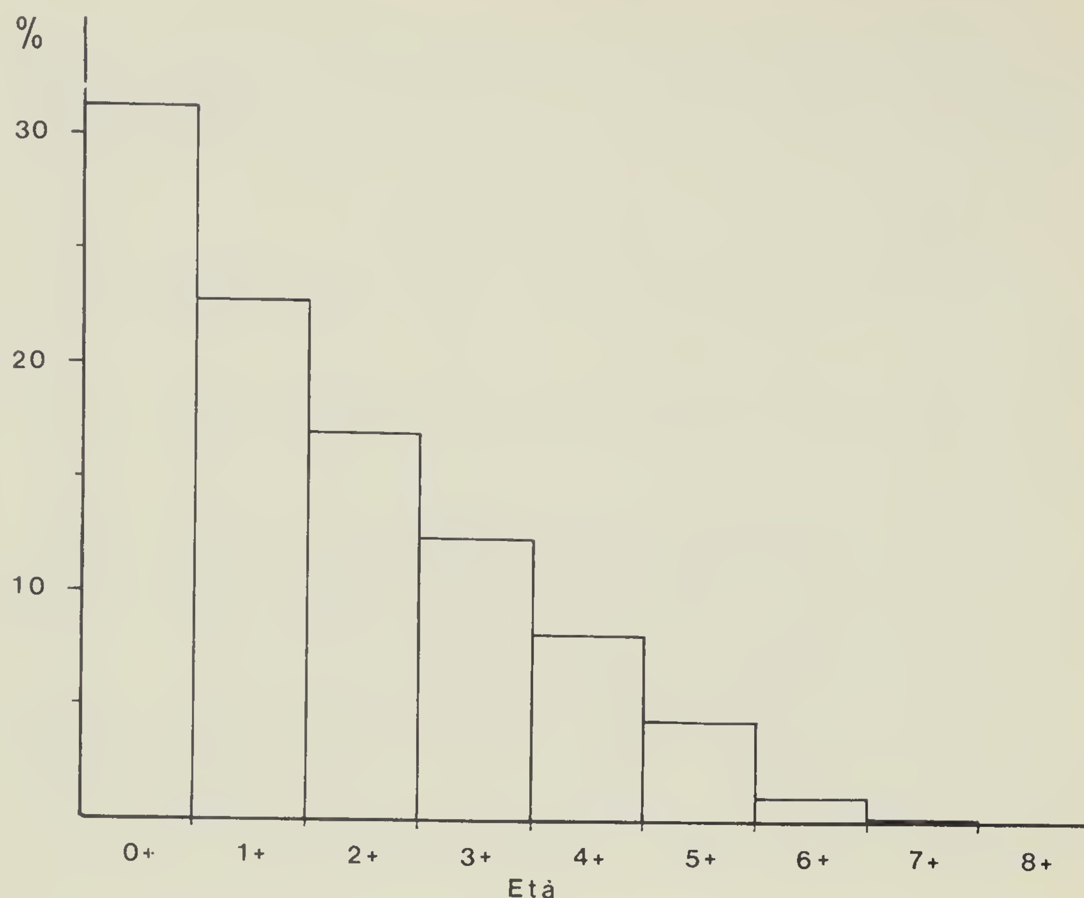


Fig. 8 — Struttura della popolazione di pesce persico del bacino del Po, risultante dalla composizione, in frequenza percentuale, delle varie classi di età.

La maturità sessuale è raggiunta dai maschi già ad un anno di età. Invece solo una piccola percentuale di femmine (8,2%) è sessualmente matura al primo anno; oltretutto a tale età precoce non sempre viene iniziata e portata a termine la deposizione, poichè le uova sviluppate vengono frequentemente riassorbite in massima parte.

Le variazioni, durante il corso dell'anno, dell'indice gonadosomatico medio delle femmine e dei maschi sono evidenziate in Fig. 9. I valori del *GSI* massimi rilevati sono stati 28,8 per le femmine e 10,3 per i maschi.

Le relazioni tra la fertilità assoluta (= numero di uova maturate) da un lato e dall'altro lato la lunghezza totale, il peso corporeo e l'età sono rispettivamente schematizzate nelle Figg. 10-11-12. Il valore medio della fertilità relativa (= numero di uova maturate / Kg di peso corporeo) è stato calcolato in 162.010 ± 56.175 uova / Kg.

Su 583 pesci persici impiegati nello studio della biologia alimentare, 321 individui (= 55%) sono risultati digiuni, mentre i rimanenti 262 (45%) presentavano un differente grado di repletezza gastrica.

Per ogni singola stazione di prelievo, in Tab. IV è riportata la ripartizione percentuale dei pesci persici in funzione dei differenti gradi dell'indice di ripienezza rilevato.

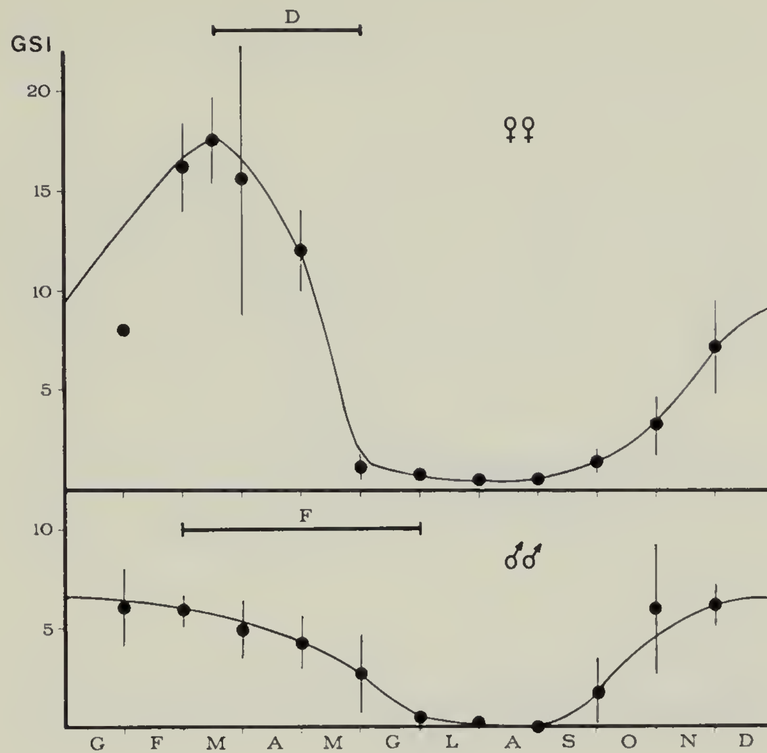


Fig. 9 – Variazioni medie (± deviazione standard) nel corso dell'anno dell'Indice Gonadosomatico (GSI) delle femmine e dei maschi di pesce persico. La linea continua indica il periodo riproduttivo (D = deposizione delle uova; F = fertilità dei maschi).

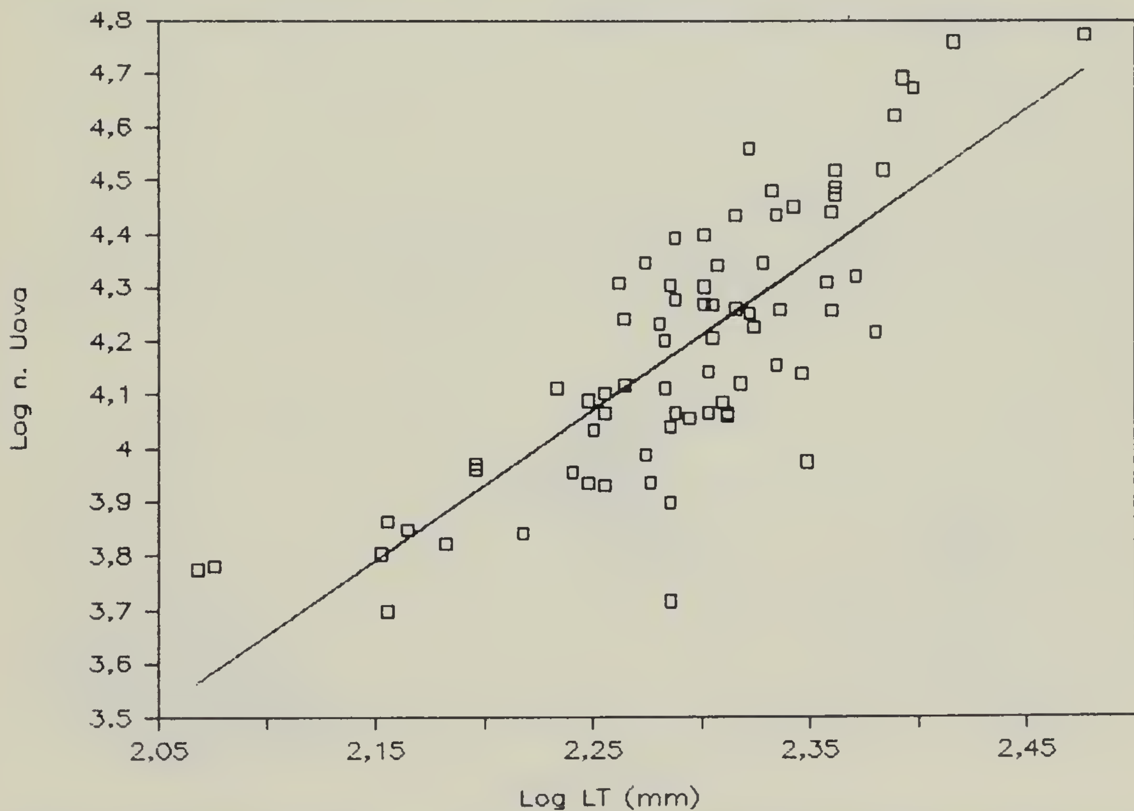


Fig. 10 – Relazione tra la fertilità assoluta e la lunghezza totale (LT) nei pesci persici esaminati.

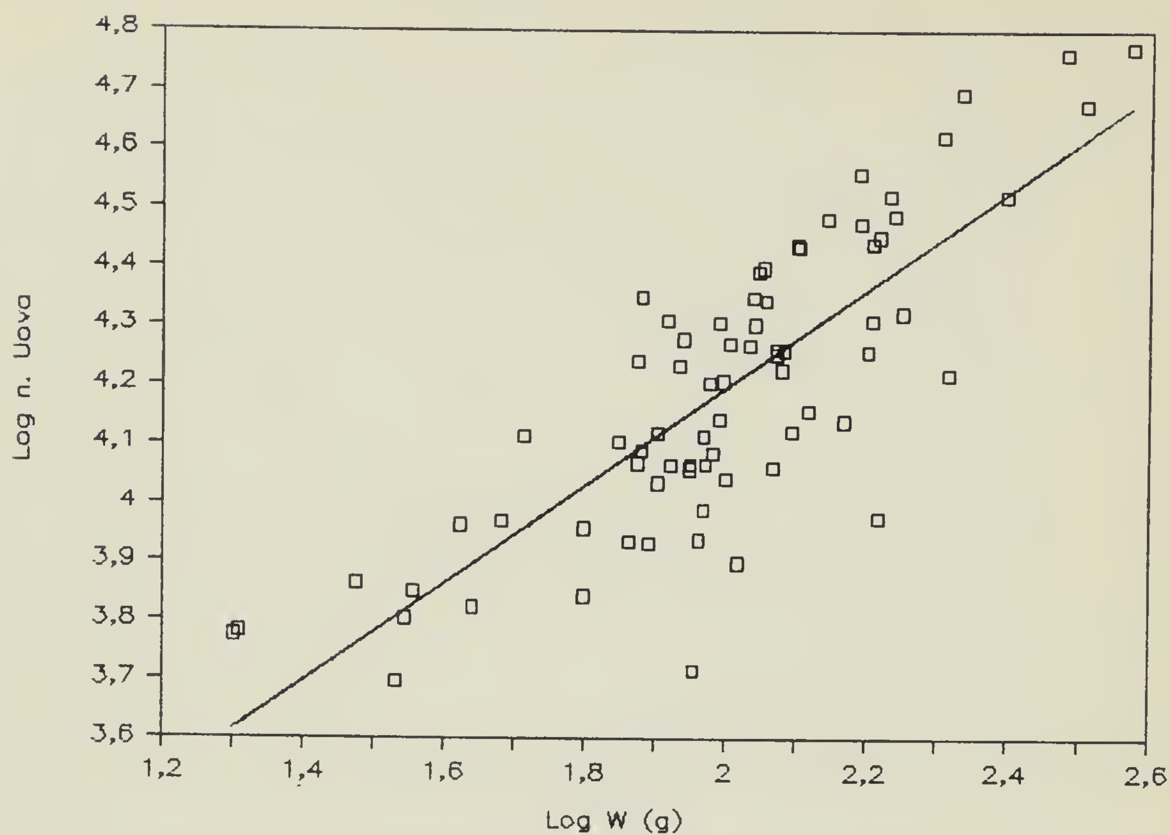


Fig. 11 – Relazione tra la fertilità assoluta ed il peso corporeo (W) nei pesci persici esaminati.

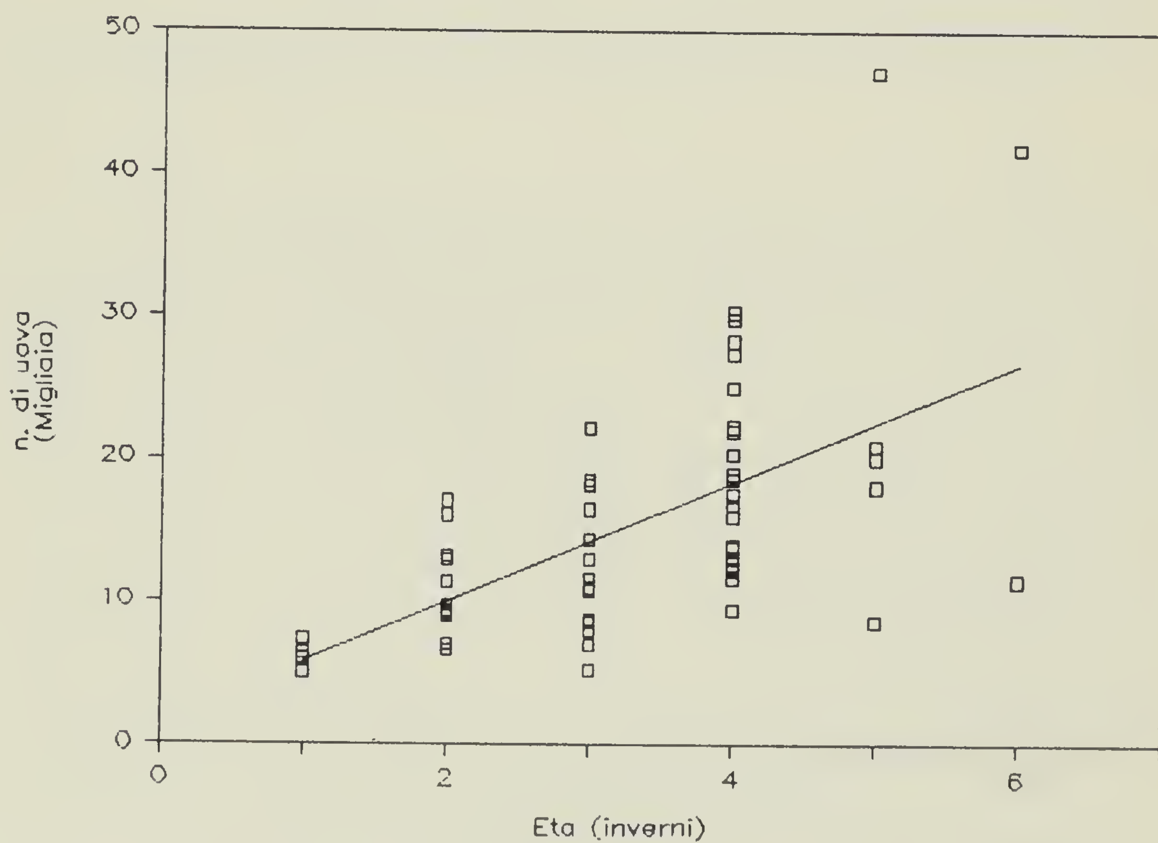


Fig. 12 – Relazione tra la fertilità assoluta e l'età, in inverni, nei pesci persici esaminati.

Tabella IV – Frequenza percentuale dei differenti valori dell'indice di repletezza (I.R.) nei pesci persici campionati nelle diverse stazioni di prelievo.

Stazioni	I.R. (%)			
	0	1	2	4
1 Lanche Cascinazza	57,89	10,53	26,32	5,26
2 Ghiaie di Corana	54,29	8,57	17,14	20,00
3 Pancarana	48,73	10,92	27,90	13,45
4 Casalmaggiore	60,48	8,30	18,97	12,25

In Tab. V è invece riferita l'importanza degli invertebrati e dei pesci (in termini di incidenza percentuale del peso delle prede) come cibo per i pesci persici di differenti taglie.

Tabella V – Importanza percentuale, in peso, degli invertebrati e dei pesci nella dieta dei pesci persici ripartiti in differenti classi dimensionali (LT).

Classi dimensionali LT (mm)	Invertebrati %	Pesci %
1 (< 129,9)	15,67	84,33
2 (130 > < 199,9)	1,82	98,18
3 (200 > < 269,9)	0,76	99,24
4 (> 270)	–	100,00

Infine in Fig. 13 è evidenziata la composizione (in termini di frequenza numerica delle prede) dello spettro trofico dei pesci persici, di taglia rispettivamente inferiore e superiore ai 13 cm di lunghezza totale.

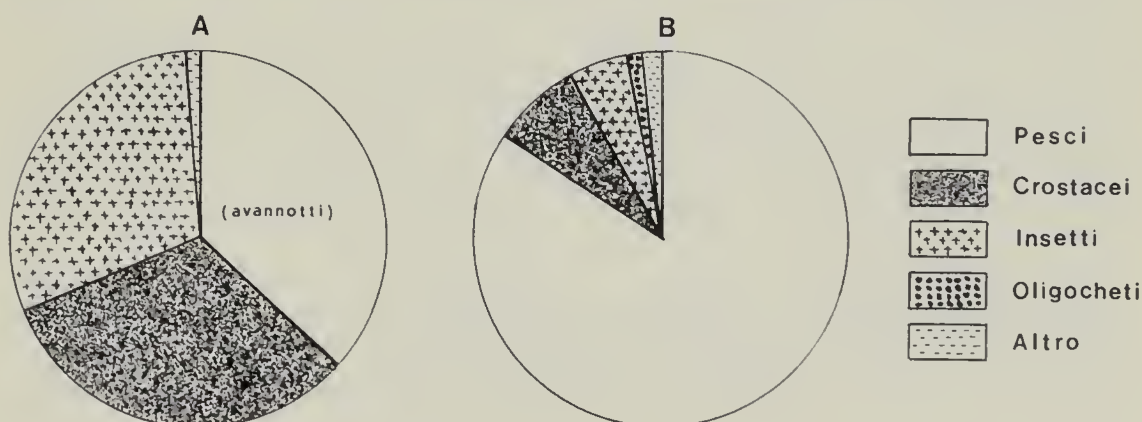


Fig. 13 – Spettro trofico (= frequenza numerica percentuale delle prede repertate nello stomaco) dei pesci persici rispettivamente con taglia inferiore (A) oppure superiore (B) ai 13 cm di lunghezza totale.

Nella dieta del pesce persico rientrano dunque: — fra i Pesci (sia a stadio di avannotti che adulti di varia grandezza), in ordine di importanza: *Alburnus alburnus alborella* (alborella), *Chondrostoma toxostoma* (lasca), *Lepomis gibbosus* (persico sole), *Leuciscus cephalus cabeda* (cavedano), *Scardinius erytrophthalmus* (scardola), *Cobitis taenia* (cobite comune), *Barbus barbus plebejus* (barbo), *Padogobius martensi* (ghiozzo), *Phoxinus phoxinus* (sanguinerola) ed altri; — fra i Crostacei soprattutto Anfipodi (*Echinogammarus*), Isopodi (*Asellus*), oltre e Copepodi, Cladoceri, Notostraci ed altri; — fra gli Insetti prevalentemente Ditteri (Chironomidi, Muscidi, ecc.), Efemerotteri, Coleotteri (Ditiscidi). Sono stati inoltre repertati elementi impropri come cibo, ma ingeriti casualmente nell'attività predatoria (quali frammenti vegetali, sassolini, pezzetti di plastica, ecc.).

Le ispezioni sanitarie non hanno mai portato all'individuazione di malattie o di parassitosi in atto.

Discussione

Le località italiane in cui è presente il pesce persico costituiscono il limite meridionale della sua area di diffusione. Infatti secondo Hoestlandt (1980) la specie, nell'era geologica terziaria, era originariamente presente solo in una ristretta zona settentrionale russa, precisamente ad ovest della Siberia. Da qui, verso la fine del terziario, essa ha progressivamente colonizzato l'Eurasia, fino agli attuali confini.

La specie risulta dunque ben adattata alle acque dolci della fascia temperata, meglio se caratterizzate da valori termici contenuti. Siffatte condizioni termiche, ottimali per la specie, non si riscontrano che raramente nelle aree più meridionali di diffusione, certamente più calde, e pertanto le popolazioni qui presenti se da un lato manifestano un ottimo accrescimento in peso ed in lunghezza dall'altro lato risultano di difficile studio poichè sono caratterizzate da una crescita pressochè continua durante tutto l'arco dell'anno (ovviamente variabile in relazione a fattori interni ed esterni).

Poichè nelle aree più meridionali il pesce persico non sospende in inverno l'assunzione di cibo e di conseguenza non riduce notevolmente il suo metabolismo, ciò si traduce in una crescita incessante e non «pulsante» come invece avviene tipicamente per molte altre specie ittiche più stenoterme. Quindi, salvo rare eccezioni e casi particolari, per lo studio dell'accrescimento e dell'età del pesce persico alle nostre latitudini non è generalmente possibile l'impiego delle scaglie, poichè queste evidenziano frequentemente la presenza di falsi annnuli sovrannumerari, in grado di alterare considerevolmente i rilevamenti di laboratorio. Tali falsi annuli, fra l'altro, non sono facilmente individuabili e riconoscibili, come già sottolineato da Nilsson (1921).

Le indagini sull'accrescimento dei pesci persici del bacino del Po sono pertanto state effettuate mediante esame della lamina opercolare, materiale parimenti utilizzato anche dalla maggior parte degli altri ricercatori che si sono occupati di tali problemi. Ciò nonostante il rilevamento dell'età sugli opercoli ha talora incontrato qualche difficoltà, poichè anche su quest'osso si possono ritrovare false bande annuali. Esse, tuttavia, in molti casi risultano agevolmente individuabili ed identificabili in relazione alla loro posizione e morfologia.

Innanzitutto le false bande compaiono, per lo più, durante il periodo di massimo accrescimento; molto raramente sono riscontrabili nei periodi antecedenti o successivi. La loro formazione è dovuta alla temporanea depressione del metabolismo per sospensione dell'alimentazione, indotta da svariatissimi fattori (improvviso e sensibile abbassamento della temperatura; scarsità o carenze trofiche ambientali, per inquinamento o per altre cause; fenomeni di accesa competizione intraspecifica; malattie e/o parassitismi; ecc.). In secondo luogo le false bande presentano un aspetto caratteristico: il loro bordo prossimale non è facilmente distinguibile ed appare privo di uno stacco netto dal resto della lamina (aspetto «abruptus»); tale stacco è invece rilevabile sul bordo distale. Inoltre, come sottolineato da Jellyman (1980), queste false bande presentano un'opacità differente da quella degli altri tipici annuli.

Spesso simili ai falsi annuli ma evidentemente da non confondersi con questi sono le frammentazioni che non raramente si osservano nei circuli, corrispondenti al periodo di riproduzione della specie ed ascrivibili ad una consistente mobilitazione del calcio osseo in relazione alle necessità fisiologiche di formazione e sviluppo dei gameti (soprattutto per la produzione del tuorlo nelle uova).

L'accrescimento del pesce persico non può essere soddisfacentemente descritto dalle classiche curve, standardizzate, del tipo di Von Bertalanffy (come d'altra parte ritiene anche Guma'a, 1978), e pertanto per il retrocalcolo, alle varie età, della crescita allometrica del pesce persico è stato adottato il metodo di Le Cren (1947). A tale proposito si sono tuttavia incontrate alcune difficoltà, certo non insormontabili, relative all'identificazione ed al posizionamento del primo annulus, come già segnalato da Neuman (1976).

Ciò potrebbe aver portato ad eventuali sovrastime dell'accrescimento del pesce persico oppure, nei casi del non sempre possibile riconoscimento dei falsi anelli, anche ad errori di lettura degli opercoli. Per le acque italiane esaminate i margini dell'errore operativo sono verosimilmente valutabili entro limiti del 10-15%, cioè della stessa entità delle acque francesi di analoghe caratteristiche (Hoestlandt, 1979). In realtà, nel caso del retrocalcolo effettuato, le letture sono state verificate ripetutamente e tutti i casi dubbi o comunque insoddisfacenti sono stati accantonati e non considerati nell'elaborazione dei dati. Le possibilità di errore dei dati presentati appaiono pertanto minimizzate ed estremamente ridotte.

Obbiettivo primario delle ricerche svolte è stato tuttavia, essenzialmente, quello di effettuare delle comparazioni fra gli accrescimenti, gli anni di età e le differenti aree di prelievo, piuttosto della definizione esatta, in valori assoluti, della crescita del pesce persico nel bacino del Po. Gli sporadici errori operativi, comunque estremamente contenuti, assumono quindi un'importanza del tutto trascurabile; alquanto circoscritti ed esclusivamente imputabili alla soggettività che caratterizza quasi tutti i rilevamenti biologici, essi rientrano dunque nella sfera della variabilità della specie indagata e risultano compresi entro i ben più ampi limiti fiduciali delle oscillazioni individuali.

Dai confronti dell'accrescimento, sia in lunghezza che in peso, fra i vari ambienti in esame, non sono emerse differenze di qualche entità ($p > 0,05$). È pertanto giustificato ritenere che i pesci persici provenienti dalle diverse

stazioni di campionamento appartengano ad un'unica popolazione, tipica del bacino del fiume Po. Le differenze rilevate, infatti, potrebbero essere riferite e soddisfacentemente interpretate in rapporto alla variabilità tipica della specie.

Parimenti, l'elaborazione dei dati di lunghezza osservata alla cattura, e che ha portato all'ottenimento dei valori annuali di crescita reale del pesce persico, ha posto in luce che non sussistono differenze significative ($p > 0,05$) rispetto ai corrispondenti valori medi retrocalcolati col metodo opercolimetrico.

L'accrescimento rilevato nei pesci persici del bacino del Po può essere giudicato eccellente, in quanto relativamente elevato. Esso dipende certamente anche da fattori termici ambientali ottimali. Infatti se nel pesce persico gli abbassamenti termici riducono l'assunzione del cibo, è pur vero che la sua capacità ed efficienza individuale di conversione del nutrimento in energia permane costante ed indipendente dalla temperatura. Ne deriva che, nelle acque italiane, il pesce persico trova condizioni assai favorevoli soprattutto per il mantenimento di un'attività trofica pressochè continua – come d'altra parte confermano gli esami dei contenuti gastrici –, e che pertanto esso è da considerare un predatore che pone in atto un'apprezzabile economia energetica nella trasformazione del cibo anche durante il periodo freddo invernale. La specie, a parte il suo importante ruolo ecologico, è quindi da considerare indispensabile per il mantenimento dei processi naturali di trasformazione energetica nell'ambito della biomassa.

Mentre, salvo rare eccezioni locali dipendenti dai periodi e dai mezzi di cattura adottati (canna da pesca, storditore elettrico, diversi tipi di reti professionali), in base ai dati ottenuti non emerge alcuna differenza sensibile ($p > 0,05$) fra le femmine ed i maschi per quanto riguarda l'accrescimento in lunghezza ed in peso, al contrario molti altri ricercatori (Alm, 1946 e 1959; Nyberg, 1976; Jellyman, 1980; Rask, 1983) hanno rilevato frequentemente un diverso accrescimento dei due sessi.

In generale i pesci persici del bacino del Po appaiono crescere molto di più di quelli di acque svedesi (Alm, 1946; Neuman, 1976; Lindstrom e Bergstrand, 1979), finlandesi (Viljanen e Holopainen, 1982; Rask, 1983), scozzesi (Shafi e Maitland, 1971), del Windermere (Le Cren, 1958) e cecoslovacche (Svatora, 1974). La loro crescita, molto rapida, è simile a quella rilevata in acque neozelandesi (Griffiths, 1976; Jellyman, 1980) e del Bodensee (Haakh, 1929), ed eguale o solamente di poco superiore rispetto alle acque francesi (Hoestlandt, 1979) e delle Azzorre (Goubier, Hoestlandt e Goubier, 1983); risulta invece superiore al 1° inverno ma successivamente alquanto inferiore rispetto a quella del fiume Stour, in Inghilterra (Mann, 1978) e del bacino Grosser Plòner See (Laskar, 1945).

Durante tutto l'arco dell'anno l'accrescimento non è continuo: infatti è massimo in luglio-agosto, mentre appare molto ridotto tra ottobre e la primavera. Inoltre la crescita risulta maggiormente incrementata durante il primo anno di vita, quindi si riduce progressivamente. L'accrescimento del pesce persico è perciò un fenomeno assai complesso, influenzato da innumerevoli fattori interni, anche genetici, ed altresì da altri fattori esterni di varia natura; in quanto tale è quindi da studiare più approfonditamente e dettagliatamente.

Per quanto attiene ai rilevamenti morfometrici effettuati, le interrelazioni fra le varie lunghezze rilevate risultano certamente utili sia per una più precisa identificazione della popolazione italiana di *Perca fluviatilis* L. sia più in generale per fini sistematici.

Il fattore di condizione consente da un lato di apprezzare, quantitativamente, lo stato e la condizione di «benessere» del pesce in rapporto alla sua capacità di adattamento ed inserimento nell'ambiente; dall'altro lato di effettuare una stima indiretta della capacità biogenica e recettiva del territorio occupato, e quindi della sua maggiore o minore adeguatezza per la sopravvivenza e lo sviluppo della specie. Nel caso del bacino padano i valori del fattore di condizione risultano generalmente alquanto elevati e pertanto consentono di affermare che in queste acque il pesce persico trova condizioni idonee e soddisfacenti per il suo sviluppo.

In accordo con Mann (1978) ed in disaccordo con Le Cren (1947) durante i vari mesi dell'anno non si sono osservate sensibili oscillazioni del fattore di condizione, neppure in corrispondenza dei periodi riproduttivi. Tuttavia, pur non presentando un tasso di crescita maggiore dei maschi, le femmine risulterebbero più corpulente e tozze di questi, poichè caratterizzate da valori più elevati del fattore di condizione.

Gli studi sulla biologia riproduttiva del pesce persico non sono affatto numerosi e pertanto la situazione rilevata per la popolazione del bacino del Po può talora presentare alcune discrepanze rispetto ai dati finora noti.

Infatti nello studio degli aspetti riproduttivi il rapporto fra i sessi, come era da attendersi, non si è discostato notevolmente dall'unità. Contrariamente alle nostre osservazioni, Goubier *et al.* (1983) rilevano invece nei loro campioni una netta preponderanza delle femmine rispetto ai maschi, ma non individuano alcuna spiegazione accettabile per tale osservazione, per altro già riportata da altri ricercatori (Thorpe, 1977; Goldspink e Goodwin, 1979).

Nel bacino del Po l'evoluzione maturativa delle gonadi del pesce persico, a sviluppo sessuale ormai raggiunto, è stata valutata in base ai valori assunti durante l'arco dell'anno dal rapporto gonadosomatico, G.S.I. Essa procede con velocità diversa a seconda del periodo stagionale: a partire dal termine della frega si rileva una situazione di stasi dei processi gametogenetici (quiescenza o riposo sessuale) che va da metà giugno all'inizio di settembre, periodo che coincide, in effetti, con il maggior accrescimento corporeo in lunghezza ed in peso. Già in quest'ultimo mese si osserva l'inizio della ripresa del trofismo gonadico, con un progressivo sviluppo, sia nei maschi che nelle femmine, di tutto l'organo riproduttivo. Valori notevolmente elevati del G.S.I. vengono raggiunti durante la stagione invernale. Infatti a dicembre nei maschi si possono rilevare testicoli a sviluppo pressochè completo; nelle femmine il processo di vitellogenesi si protrae anche nei mesi successivi di gennaio e febbraio, fino a raggiungere lo stadio precedente la deposizione.

I maschi presentano dunque un periodo di fertilità più ampio di quello delle femmine, con gonadi in fase di emissione spermatica da fine febbraio a tutto giugno. Ovviamente con il procedere della stagione decresce il numero di individui fertili. Le femmine sono invece deponenti da metà marzo a fine maggio e pertanto hanno un periodo riproduttivo più breve rispetto a quello

dei maschi. Ciò costituisce, sotto l'aspetto biologico ed in particolare per quanto concerne l'affermazione e la perpetuazione della specie, un notevole vantaggio, giacchè la presenza di maschi sicuramente fertili garantisce la massima probabilità di fecondazione delle uova deposte.

La riproduzione sembra tuttavia che venga incisivamente influenzata dalle condizioni climatiche, ed in particolare termiche, dell'ambiente: secondo Hoestlandt (1980) occorre infatti che la temperatura delle acque raggiunga (o meglio superi) i valori minimi di 12°-14° C.

Dati interessanti sulla fertilità del pesce persico sono riportati da Thorpe (1977) ed ancora da Mann (1978), Hoestlandt (1980) e Jellyman (1980). I valori della fertilità assoluta da noi rilevati non risultano affatto inferiori a quanto riferito dai suddetti ricercatori. Infatti si è osservato che, mediamente, possono essere prodotte circa 12.000 uova ad una lunghezza totale di 15 cm e ben 44.000 uova ad una lunghezza totale di 30 cm. Persici di 100 g di peso producono in media 16.000 uova; tale emissione ammonta invece a circa 54.000 unità allorchè la femmina raggiunge il peso di 350 g. In relazione all'età, a due ed a sei anni la fertilità è rispettivamente di circa 11.000 e 26.000 uova. In complesso, quindi, il potenziale riproduttivo del pesce persico del bacino padano appare essere alquanto elevato, in grado di garantire un adeguato reclutamento per la conservazione della specie, almeno in quegli ambienti non ancora affetti da irreversibile degradazione biologica ed ecologica.

La maggior parte degli studiosi concorda nel precisare che le dimensioni dell'uovo maturo del pesce persico sono generalmente superiori a 2 mm di diametro. Per Hoestlandt (1980) il diametro varia da 2,3 a 2,9 mm; per Tortonese (1975) il diametro oscilla fra 2,0 e 2,5 mm. I valori da noi osservati, invece, risultano compresi fra un minimo di 0,99 ± 0,07 mm ed un massimo di 1,47 ± 0,10 mm e sono analoghi a quelli riportati da Jellyman (1980). È tuttavia verosimile che il diametro dell'uovo di persico, a deposizione avvenuta e pertanto ad idratazione ormai completata, risulti più ampio di quello rilevato su materiale gonadico.

La deposizione delle uova avviene in modo completo e pressochè totale. Infatti l'ispezione delle gonadi femminili ha evidenziato che la maturità è sincrona e si evolve contemporaneamente nelle varie sezioni dell'ovario.

Nel pesce persico del bacino del Po si è potuto osservare che la prima riproduzione si verifica nella primavera successiva all'anno di nascita, allorchè risultano fecondi sia buona parte dei maschi sia un discreto numero di femmine. Come in altre specie ittiche è tuttavia certo che, — almeno per quanto concerne le femmine —, la primiparia non consente di esplicare totalmente la capacità riproduttiva individuale la quale, pertanto si manifesta appieno solo nell'anno seguente e cioè, nel caso del persico, all'età 2+.

Rispetto a quelli di altre aree più settentrionali di diffusione i persici esaminati hanno dunque evidenziato un anticipo della maturazione sessuale. Ciò potrebbe essere spiegato in relazione alla taglia raggiunta, certamente più elevata dei paesi nordici e dovuta all'influenza di fattori favorevoli caratteristici delle zone meridionali, dove tale fenomeno risulta generalmente frequente. La maturità sessuale non sembra quindi correlata con l'età individuale, ma piuttosto con lo stato di sviluppo (e pertanto di accrescimento) raggiunto.

I pesci persici catturati non hanno mai superato il limite massimo di età di 7+, contrariamente a quanto segnalato per acque nordiche, dove sono state osservate venerande età di quasi un ventennio. Occorre tuttavia sottolineare che se la durata della vita del persico nel bacino padano sembra essere inferiore (ma ciò potrà essere stabilito con esattezza solo da altre indagini), tuttavia la sua crescita è più rapida e raggiunge valori nient'affatto inferiori a quelli dei conspecifici più settentrionali. Infatti se questi ultimi vivono più a lungo, per il rallentamento del loro metabolismo dovuto a temperature ambientali inferiori, nondimeno raggiungono più lentamente le dimensioni massime caratteristiche della specie.

Lo studio dei contenuti gastrici ha fatto rilevare un elevato numero di individui digiuni. È tuttavia probabile che tale situazione dipenda da una lunga permanenza dei pesci nelle trappole o nelle reti utilizzate; infatti in tal modo i processi digestivi in atto hanno potuto protrarsi ed in molti casi anche completarsi, mentre è risultata interrotta l'assunzione di nuovo cibo. È pertanto da ritenere che l'attività trofica del pesce persico sia notevolmente più elevata rispetto a quanto potrebbe emergere dalla semplice analisi quantitativa dei dati ottenuti. Inoltre il confronto dell'attività alimentare dei pesci persici catturati nelle varie località di prelievo non ha posto in luce notevoli differenze fra i biotopi esaminati.

I valori massimi di attività trofica si registrano per le classi dimensionali intermedie (130,0-199,9 mm; 200,0-269,9 mm). Per quanto attiene alla classe di taglie maggiori (270,0 mm ed oltre) la scarsezza di dati non consente di formulare alcuna considerazione.

La condizione gastrica generalmente più frequente è quella di repletezza dello stomaco per circa metà del suo volume (IR = 2). L'attuale disponibilità di informazioni non permette tuttavia di definire e/o quantificare l'andamento dell'attività trofica giornaliera e mensile (o stagionale) della specie.

Le preferenze trofiche del pesce persico negli ambienti esaminati sono apparse decisamente orientate, per tutte e quattro le classi dimensionali considerate, sulla predazione ittica. Con l'aumento della taglia dei pesci si osserva un aumento dell'ittiofagia, con una parallela diminuzione dell'assunzione di invertebrati. Tale ultima componente rappresenta invece un cibo relativamente importante per i giovani persici di lunghezza ancora ridotta.

Il confronto fra i reperti gastrici di persici provenienti dalle diverse località di cattura permette di effettuare le seguenti precisazioni: la maggior frequenza ed intensità della predazione ittica si rileva nelle stazioni di Pancarana e Casalmaggiore, ove si riscontra anche la maggior varietà sistematica dell'ittiofauna cacciata dal persico; nella zona di Pancarana appare inoltre apprezzabile l'assunzione, in aggiunta, di invertebrati. Nelle rimanenti aree di indagine l'attività ittiofaga del persico, discreta a Ghiaie di Corana, è invece molto scarsa a Lanche Cascinazza. In qust'ultima località, per contro, è consistente la predazione sugli invertebrati. Tale componente alimentare è comunque presente anche nei reperti stomacali di Pancarana e di Ghiaie di Corana, mentre è pressochè assente in quelli di Casalmaggiore ove l'attività trofica del persico risulta pressochè esclusivamente orientata sui pesci.

In definitiva, quindi, il pesce persico del bacino del Po si alimenta cacciando sia la fauna ittica sia gli invertebrati. Si riscontrano però differenze

sia quantitative che qualitative a seconda delle località di indagine da un lato e della taglia dei predatori dall'altro lato.

Tutti gli studiosi che si sono occupati della biologia alimentare del pesce persico sono concordi nell'attribuire una fondamentale importanza alla pressione selettiva esercitata da questa specie sui vari componenti zooplanctonici; questo prelievo viene esercitato soprattutto negli stadi larvali e giovanili, anche se non manca nell'età adulta ed inoltre subisce notevoli fluttuazioni stagionali (Guma'a, 1978; Rask, 1983; McCormack, 1970). Purtroppo la componente zooplanctonica della dieta non è stata riscontrata nei campioni esaminati in questa indagine, ove sono state prese in considerazione solo prede di dimensioni rilevabili ad occhio nudo. Inoltre l'assenza di zooplancton nei contenuti gastrici è probabilmente dipesa non tanto dalle caratteristiche biotiche delle aree di prelievo o dai periodi di osservazione ma piuttosto dalle tecniche di campionamento utilizzate. Infatti per questo tipo di indagini, data la labilità dello zooplancton una volta ingerito, occorrerebbe procedere immediatamente alla refrigerazione dei pesci alla cattura, ma ciò non é stato possibile nelle nostre condizioni operative.

Per quanto concerne la fauna ittica presente nei contenuti gastrici, essa dipende dalla diffusione geografica delle singole specie, dal loro areale di distribuzione ed infine da fattori climatici e stagionali. A tal proposito, tuttavia, molti ricercatori sono concordi nell'indicare analogie fra le diverse popolazioni di pesce persico studiate, sottolineando in particolare come il predatore prediliga soprattutto specie di piccola taglia (McCormack, 1970; Mann, 1978). Inoltre nell'ambito delle specie prescelte la predazione si manifesta prevalentemente a carico degli individui più piccoli, confermando così l'importanza del pesce persico nel contenimento dello sviluppo numerico di alcune popolazioni ittiche, entro limiti adeguati ed in relazione alle disponibilità trofiche dello stesso ambiente. Tale funzione selettiva e riduttiva della specie è confermata, in questa prima fase delle nostre ricerche, dal rinvenimento nei contenuti stomacali principalmente di numerosi esemplari di pesci di piccola taglia (alborelle, sanguinerole, lasche, persici sole, ghiozzi, ecc.).

In generale l'alimentazione pescivora assumerebbe un'importanza maggiore con l'aumentare della taglia del persico, fino a costituire una quota importante nell'alimentazione degli individui adulti e più anziani. In molti casi, tuttavia, può mantenersi consistente o addirittura preponderante il contributo nutritivo rappresentato dagli invertebrati in genere. I dati da noi acquisiti confermano siffatta predisposizione all'ittiofagia: è questa una caratteristica degli individui di lunghezza superiore a 13 cm, benchè siano stati talora ritrovati pesci anche negli stomaci di persici più piccoli.

In sintesi lo studio dell'alimentazione del pesce persico nel bacino del fiume Po evidenzia che la specie, dal punto di vista trofico, può essere considerata tipicamente opportunista, cioè con dieta largamente dipendente ed influenzata dalle contingenti disponibilità ambientali (McLean e Magnuson, 1977; Knight *et al.*, 1984) ed altresì dalle variazioni stagionali e climatiche che modificano la struttura e la composizione delle diverse popolazioni di idrofauna.

Nel contesto dell'attività ittiofaga la predazione intraspecifica (meglio nota come cannibalismo) è solitamente indicata come situazione abbastan-

za frequente nel pesce persico (Holcik, 1969; McCormack, 1970; Le Cren *et al.,* 1977; Rask, 1983). È tuttavia probabile che tale fenomeno non si manifesti in presenza di prede alternative e neppure in condizioni tali da consentire un'adeguata separazione spaziale fra i pesci (Mann, 1978). I fattori che possono determinare l'insorgenza di tendenze predatorie nei confronti dei conspecifici sono tuttavia molteplici ed alcune indagini attribuiscono alle condizioni ambientali, durante il primo mese di vita (Ilina, 1973), un ruolo importante nel favorire questo comportamento, che è anche influenzato dalla competizione territoriale e dalle necessità alimentari in particolari periodi dell'anno in cui scarseggiano altre fonti di nutrimento (McCormack, 1970). In altri termini le cause principali del cannibalismo sembrerebbero da identificarsi da un lato nelle distanze interindividuali troppo ridotte e dall'altro lato dalle impellenti necessità di cibo ad elevato tenore proteico.

I contenuti gastrici da noi esaminati non hanno permesso di rilevare casi di cannibalismo, anche se ciò non può essere sicuramente escluso, a causa della presenza, negli stomaci, di numerosi pesci non identificabili per avanzato stato di digestione.

L'importanza quantitativa degli invertebrati nella dieta del persico subisce fluttuazioni nel corso dell'anno in relazione ai fattori termici ed ai cicli di sviluppo specifici, ma essi rappresentano sempre una porzione consistente del cibo assunto dal pesce a tutte le taglie (McCormack, 1970; Mann. 1978; Rask, 1986; Persson, 1987).

I Crostacei planctonici e quelli bentonici di maggiori dimensioni si ritrovano pressochè costantemente nei contenuti del persico; *Asellus* ed *Echinogammarus* sono infatti solitamente segnalati nella dieta dalla maggior parte dei ricercatori che si sono occupati dell'alimentazione del predatore. A conferma, tali Crostacei sono stati repertati in numero consistente anche nei persici da noi esaminati; tuttavia l'assunzione di *Echinogammarus* è apparsa come situazione più frequente. Parimenti importante è risultata la presenza di larve e di adulti di molti Insetti: trovano così riscontro le osservazioni di molti studiosi dell'argomento che fanno rilevare un'ampia gamma di forme animali predate dal pesce persico.

Non sono invece stati evidenziati nei contenuti gastrici altri invertebrati, quali Anellidi di fondo, Tubificidi, Irudinei, ritrovati da McCormack (1970) e neppure Molluschi, i quali ultimi tuttavia non sembrano oggetto di consistente predazione (Mann, 1978). Probabilmente anche tale presenza potrebbe essere motivata, come nel nostro caso, da tecniche di prelievo inadatte ad evidenziare, mantenere e conservare simili componenti trofiche.

Larve di mosca carnaria *(Calliphora erytrocephala),* impiegate come esca e come pastura dai pescatori, residui vegetali di macrofite acquatiche e perfino corpi estranei (quali sassi) completano i reperti gastrici da noi accertati. Occorre tuttavia ricordare che, in sintonia con le nostre osservazioni, altri ricercatori (Mann, 1978; Guma'a, 1978) hanno rilevato presenze non infrequenti, anzi, talora persino consistenti, di vegetali nello stomaco del pesce persico. È probabile che ciò sia semplicemente l'indice di assunzione di animali bentonici, in particolare di Crostacei *(Asellus* ed *Echinogammarus)* che notoriamente utilizzano le macrofite come substrato di permanenza. In tal caso i vegetali rappresentano non un cibo bensì, più semplicemente, elementi inghiottiti casualmente e di nessun interesse nutritivo.

Dal confronto dello spettro trofico del pesce persico con quello di altri predatori per eccellenza quali luccio e persico-trota (Alessio, 1983) emerge innanzitutto che la dieta di *Perca fluviatilis* è prevalentemente costituita da pesci, in quantità superiore addirittura a quanto si riscontra nel luccio. È tuttavia da ribadire che le prede ittiche del persico risultano sempre di piccola taglia, a differenza di quanto avviene nel luccio.

È altresì possibile, soprattutto per quanto riguarda la classe di età 0+, che l'acquisizione di ulteriori dati, meglio se ottenuti grazie a campionamenti finalizzati ed ottimalizzati, possa portare ad un quadro leggermente diverso dello spettro trofico del persico. Comunque, analogamente a quello dei due anzidetti predatori, anche il pesce persico ha un ventaglio di prede sufficientemente vario.

Infine, per ciò che concerne l'aspetto sanitario, i pesci analizzati non hanno mai evidenziato, nè a seguito di sommarie ispezioni macroscopiche nè in caso di accertamenti più precisi (esami esterni, branchiali e del tubo digerente), alcuna forma di patogenesi e/o di infestazione parassitaria in atto.

Conclusioni

Alla luce dei risultati ottenuti il pesce persico appare essere una specie ittica di notevole importanza economica, ecologica e naturalistica poichè, in quanto predatore, contribuisce alla stabilizzazione dell'equilibrio biologico nell'ambito delle catene trofiche ed esercita un'azione favorevole sull'economia delle acque interne. Il teleosteo infatti occupa una nicchia ecologica ben precisa giacchè, situandosi tra i consumatori (assieme a luccio e persico-trota) quasi al vertice della piramide produttiva, esso rappresenta l'anello terminale dei flussi energetici, trasformando in carni pregiate e di elevato valore proteico molte prede spesso di qualità scadente e di scarso interesse.

La funzione del persico risulta poi essenziale e determinante innanzitutto perchè sfoltendo di norma i primi stadi di sviluppo, rappresentati da avannotti e giovani, contribuisce al mantenimento ed alla stabilizzazione della consistenza numerica di molte specie ittiche, in particolare di quelle troppo prolifiche che, altrimenti, si incrementerebbero in misura sproporzionata, a danno ed in competizione con altre. Sicchè laddove il predatore è presente ed attivo viene scongiurato il pericolo di sovrasfruttamento delle risorse naturali conseguente all'esplosione demografica incontrollata, specialmente da parte delle cosiddette «specie foraggio», che vengono invece contenute entro densità numeriche compatibili con le risorse trofiche endogene, caratteristiche dell'ambiente. In secondo luogo il persico interviene incisivamente nell'eliminazione soprattutto dei soggetti meno adatti, più deboli e/o affetti da forme patogene e parassitarie, attuando così un'efficace pressione selettiva e garantendo, sotto l'aspetto profilattico, uno stato sanitario ottimale entro le popolazioni ittiche con le quali convive.

Inoltre il predatore contribuisce a bilanciare le popolazioni zooplanctoniche e di macroinvertebrati, giacchè anche su questi animali si esplica la sua attività trofica, in misura addirittura prevalente durante la fase giovanile.

D'altro canto il persico, come già sottolineato e non diversamente da molte altre specie animali, da opportunista utilizza i reparti trofici ambientali momentaneamente disponibili e quantitativamente preponderanti. Quale sia la reale ampiezza e l'esatta definizione delle preferenze alimentari del

predatore resta dunque un problema tuttora aperto e solo ulteriori approfondimenti degli studi in materia potranno apportare nuovi lumi alla questione.

In sintesi la specie, che nel bacino padano trova i suoi confini originari di diffusione naturale in direzione meridionale (anche se recentemente è stata introdotta in acque site più a sud), appare ottimamente adattata alle condizioni delle acque italiane e caratterizzata, secondo le osservazioni di Hoestlandt e Rudelle (1979), da estrema plasticità. D'altro canto le indagini svolte hanno evidenziato che la crescita del pesce persico è soddisfacentemente elevata e la sua fertilità apprezzabile. Pertanto il suo potenziale riproduttivo risulta comunque elevato, così da garantire alle popolazioni la stabilità ed il mantenimento nel tempo, grazie al reclutamento naturale, purchè in condizioni ambientali adeguate.

Inoltre è stato possibile definire con maggior precisione sia i periodi di frega sia alcuni importanti aspetti della sua biologia riproduttiva.

Per quanto riguarda l'alimentazione è invece emerso il rilevante ruolo ecologico della specie, in relazione alle caratteristiche biotiche dell'ambiente colonizzato.

Per il bacino del Po Alessio (1986) annovera il persico fra le specie stazionarie nel tempo, che cioè non hanno recentemente presentato incrementi o diminuzioni sensibili, ma solo formali fluttuazioni numeriche.

Così pure nel lago del Segrino, ugualmente sito nell'area padana, recentemente Alessio e Bronzi (1990) non rilevano notevoli decrementi di popolazione.

Invece per il lago di Garda Oppi (1983) aveva evidenziato una progressiva diminuzione del pesce persico nell'ultimo trentennio. Tuttavia, in relazione alla crescente degradazione delle condizioni ambientali ed alle connesse modificazioni dei rapporti tra le specie, è verosimile che attualmente la situazione del pesce persico, almeno in alcune circoscritte località di diffusione, risulti più o meno compromessa, o comunque non ugualmente favorevole come nel recente passato.

Giacchè il ruolo del persico nelle acque dolci appare evidentemente insostituibile, la specie deve essere non solo conservata ma difesa, dal momento che la dilagante e diffusa degradazione ambientale potrebbe esercitare quanto prima effetti nefasti o comunque influenze negative su di essa. In particolare gli interventi di protezione dovrebbero mirare, principalmente, al recupero ed alla tutela delle aree di riproduzione e dei luoghi elettivi di frega, assai tipici, i quali oggigiorno risentono sia dell'attività riduttiva dell'uomo sia di fenomeni alterativi o di modificazioni non ancora completamente valutabili nei loro effetti complessivi, a breve e lunga scadenza.

Lo studio effettuato ha pertanto affrontato solo alcuni aspetti delle complesse problematiche relative alla biologia, tuttora non ben nota, del pesce persico nelle acque italiane; esso dovrebbe quindi essere sviluppato, completato ed ampliato poichè solo ulteriori indagini, di tipo multidisciplinare, potranno fornire soddisfacenti risposte ai quesiti ancora aperti.

Le acquisizioni ottenute possono dunque essere considerate, per il momento, indicative e base di un primo quadro conoscitivo della specie stessa in Italia.

Bibliografia

Albertini-Berhaut J., 1973 - Biologie des stades juveniles de Téléostéens Mugilidae *Mugil auratus* Risso 1810, *Mugil capito* Cuvier 1829 et *Mugil saliens* Risso 1810, *Acquaculture,* Amsterdam, 2: 251-266.
Albertini-Berhaut J., 1979 - Rythme alimentaire chez les jeunes *Mugil capito* (Téléostéens Mugilidae) dans le Golfe de Marseille. *Tethys,* Marseille, 9: 79-82.
Alessio G., 1981 - Ricerche sul persico trota, *Micropterus salmoides* (Lacèp.) nel bacino medio-superiore del fiume Po. *Natura,* Milano, 72: 197-220.
Alessio G., 1983a - Le black-bass, *Micropterus salmoides* (Lacép.) dans les eaux italiennes. Un antagoniste du brochet? *Bull. Fr. Piscic.,.* Paris, 272: 1-17.
Alessio G., 1983b - Quelques aspects de la biologie et de l'élevage du brochet (*Esox lucius* L.) en Italie. In: R. Billard Ed.. Le brochet: gestion dans le milieu naturel et élevage. *I.N.R.A. Publ.,* Paris: 283-296.
Alessio G., 1986 - Recenti effetti delle modificazioni ambientali sull'ittiofauna del bacino del Po. *Quad. E.T.P.,* Udine, 13: 1-15.
Alessio G., Bellardi S., Cauvin E., Forneris G., Giannatelli R., Palmegiano G. B., Quaglino G. & Sacchi P., 1990 - Caratterizzazione e biologia riproduttiva di una popolazione di *Salmo trutta marmoratus* Cuv. del torrente Pellice (Provincia di Torino). *Riv. Idrobiol.,* Perugia, 29: 35-49.
Alessio G. & Bronzi P., 1990 - Indagini ittiologiche preliminari sul lago del Segrino (CO), per fini gestionali. *Riv. Idrobiol.,* Perugia, 29: 69-85.
Alessio G., Forneris G. & Confortini I., 1987 - Indagini preliminari su accrescimento, biologia ed ambientamento del salmerino di fontana, *Salvenius fontinalis* Mitch., in un ecosistema lacustre d'alta quota. *Atti Soc. ital. Sci. nat., Museo civ. Stor. nat.,* Milano, 128: 138-152.
Alessio G. & Gandolfi G., 1983 - Censimento e distribuzione attuale delle specie ittiche nel bacino del fiume Po. *Quad. I.R.S.A.,* Roma, 67: VII + 93.
Alm G., 1946 - Reasons for the occurrence of stunded fish populations. *Rep. Swed. State Inst. Fresh-Water Fish. Drottningholm,* Stockolm, 25: 1-146.
Alm G., 1959 - Connection between maturity, size and age in fishes. *Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm,* Lund, 33: 17-38.
Backiel T., 1968 - Ageing of coarse fish. *Europ. Inland Fish. Advis-Comm./FAO/FI/EIFAC 86/SC,* Surrey, 1: 1-30.
Baglinière J. L., 1985 - La détermination de l'âge par scalimetrie chez le salmon atlantique dans son aire de répartition méridionale. *Bull. Fr. Piscic.,* Paris, 298: 69-105.
Beckmann W. C., 1948 - The length-weight relationship factors for conversion between standard and total lengths, and coefficients of conditions for seven Michigan fishes. *Trans. Am. Fish. Soc.,* Lawrence, 75: 237-256.
Bruno S., 1983 - I pesci del parco Nazionale d'Abruzzo e zone limitrofe. *Natura bresciana,* Brescia, 20: 131-195.
Ferrari I., Gandolfi G., Tongiorgi P., Torricelli P. & Tosi L., 1983/84 - Preferenze alimentari e ritmi di alimentazione del novellame di muggini a Bocca d'Arno. *Nova Thalassia,* Trieste, 6: 307-313.

Gandolfi G. & Zerunian S., 1987 - I pesci delle acque interne italiane: aggiornamento e considerazioni critiche sulla sistematica e la distribuzione. *Atti Soc. Ital. sci. nat. Museo civ. Stor. nat.* Milano, 128: 3-56.

Goldspink C. R. & Goodwin D., 1979 - A note on the age composition, growth rate and food of perch (*Perca fluviatilis* L.) in four eutrophic lakes, England. *J. Fish. Biol.,* London, 14: 489-505.

Goubier J., Hoestlandt H. & Goubier M., 1983 - Rechèrches biologiques sur la perche (*Perca fluviatilis* L.) de Sao Miguel (Açores). *Cybium,* Lyon, 7: 23-49.

Griffiths W. E., 1976 - Food and feeding habits of European perch in the Selwyn River, Canterbury, New Zealand. *N.Z. J. Mar. Freshw. Res.,* Christchurch, 10: 417-428.

Guma'a S. A., 1978 - On the early growth of 0+ perch, *Perca fluviatilis,* in Windermere. *Freshwat. Biol.,* Oxford, 8: 213-220.

Haakh T., 1929 - Studien über Alter und Wachstum der Bodensee Fische. *Arch. Hydrobiol.,* Stuttgard, 20: 214-295.

Hoestlandt H., 1979 - Le nanisme de la perche en France est-il un mythe? *Bull. Centr. Etud. Rech. Sci.,* Biarriz, 12: 453-479.

Hoestlandt H., 1980 - La perche en France: biologie et nanisme. *Piscic. Fr.,* Paris, 60: 39-48.

Hoestlandt H. & Rudelle J., 1979 - Examen électronique densitométrique d'opercules de Perches (*Perca fluviatilis* L.) en vue de la détermination de l'âge des Poissons. *C. R. Acad. Sc.* Paris, 288 D: 117-119.

Ilina L. K., 1973 - Behaviour of perch fry, *Perca fluviatilis* L., of different ecological groups in the progeny of one pair of breeders. *Vopr. Ikhtiol.,* Moskow, 13: 350-361.

Jellyman D. J., 1980 - Age growth and reproduction of perch, *Perca fluviatilis* L., in Lake Pounui. *N.Z. J. Mar. Freshw. Res.,* Christchurch, 14: 391-400.

Knight R. L., Margraf F. J. & Carline R. F., 1984 - Piscivory by walleyes and yellow perch in western Lake Erie. *Trans. Amer. Fish. Soc.,* Lawrence, 113: 667-693.

Ladiges W. & Vogt D., 1986 - Guida dei Pesci d'acqua dolce d'Europa. *Franco Muzzio & C. ed.,* Padova: 1-233.

Laskar K., 1945 - Wachstum und Ernährung des Barsches (*Perca fluviatilis* L.) in ostholsteinischen Seen. *Arch. Hydrobiol.,* Stuttgart, 40: 1009-1026.

Le Cren E. D., 1947 - The determination of age and growth of the perch (*Perca fluviatilis* L.) from the opercular bone. *J. Anim. Ecol.,* Oxford, 16: 188-204.

Le Cren E. D., 1958 - Observations on the growth of perch (*Perca fluviatilis* L.) over twenty-two years with special reference to the effects of temperature and changes in population density. *J. Anim. Ecol.,* Oxford, 27: 287-334.

Le Cren E. D., Kipling C. & McCormack J. C., 1977 - A study of the numbers, biomass and year-class strengths of perch (*Perca fluviatilis* L.) in Windermere from 1941 to 1966. *J. Anim. Ecol.,* Oxford, 46: 281-307.

Lindström T. & Bergstrand E., 1979 - The habitat of perch, *Perca fluviatilis* L., on the outskirts of its Swedish distribution, lakes and lake reservoirs. *Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm,* Lund, 58: 55-76.

McCormack J. C., 1970 - Observations on the food of perch (*Perca fluviatilis* L.) in Windermere. *J. Anim. Ecol.,* Oxford, 39: 255-267.

McLean J. & Magnuson J. J., 1977 - Species interactions in percid communities. *J. Fish. Res. Bd Can.,* Ottawa, 34: 1941-1951.

Mann R. H. K., 1978 - Observations on the biology of the perch, *Perca fluviatilis* L., in the River Stour, Dorset. *Freshw. Biol.,* Oxford, 8: 229-239.

Neuman E., 1976 - The growth and year-class strength of perch (*Perca fluviatilis* L.) in some Baltic Archipelagoes, with special reference to temperature. *Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm,* Lund, 55: 51-70.

Nilsson D., 1921 - Några insjöfiskars älder och tillväxt i Bottniska viken och Mälaren. *Medd. K. Lantbr. Styr.,* Stockholm, 231: 1-56.

Nyberg P., 1976 - Production and food consumption of perch in two Swedish forest lakes. *Scripta Limnol., Kloten projektet Rap. 6,* Upsala, 421: 1-97.

Oppi E., 1983 - Il pesce persico (*Perca fluviatilis* L.) e la sua presenza nel Garda. *F.I.P.S. e A.S.,* Verona: 1-8.

Persson L., 1987 - Effects of habitat and season on competitive interactions between roach (*Rutilus rutilus*) and perch (*Perca fluviatilis*). *Oecologia,* Berlin, 73: 170-177.

Rask M., 1983 - Difference in growth of perch (*Perca fluviatilis*) in two small forest lakes. *Hydrobiologia,* London, 101: 139-144.

Rask M., 1986 - The diet and diel feeding activity of perch, *Perca fluviatilis* L., in a small lake in southern Finland. *Ann. Zool. Fenn.,* Helsinki, 23: 49-56.

Shafi M. & Maitland P. S., 1971 - The age and growth of perch (*Perca fluviatilis* L.) in two Scottish Lochs. *J. Fish. Biol.,* London, 3: 39-57.

Sommani E., 1967 - Variazioni apportate all'ittiofauna italiana dall'attività dell'uomo. *Boll. Pesca Piscic. Idrobiol.,* Roma, 22: 149-166.

Svàtora M., 1974 - Rüst okouna rìčniho (*Perca fluviatilis* L.) V nĕkterỳch Udolnich nàdržìch. *Zivočišnà vỳroba,* Praha, 19: 661-668.

Thorpe J., 1977 - Synopsis of biological data on the perch, *Perca fluviatilis* L. 1758, and *Perca flavescens* Mitchill 1814. *F.A.O. Fish Synopsis,* Roma, 113: 1-138.

Tortonese E., 1975 - Fauna d'Italia. Osteichthyes. Parte seconda. *Ed. Calderini,* Bologna, XI: XVIII + 636 pp.

Van Utrecht W. L. & Schenkkan E. J., 1972 - On the analysis of the periodicity in the growth of scales, vertebrae and other hard structures in a Teleost. *Aquaculture,* Amsterdam, 1: 293-316.

Viljanen M. & Holopainen J. J., 1982 - Population density of perch (*Perca fluviatilis*) at egg, larval and adult stages in the dys-oligotrophic Lake Suomunjärvi, Finland. *Ann. Zool. Fenn.,* Helsinki, 19: 39-46.